

RAYMOND SOHIER
PHILIPPE HEUREUX

kinésithérapie
des
rachis
scoliotiques



bases - techniques - traitements différentiels

Raymond SOHIER

Membre du Conseil Supérieur du Nursing

Chef du Service au Centre Hospitalier du Tivoli (La Louvière – Belgique)

Professeur à l'Institut Supérieur de Kinésithérapie du Hainaut (I.P.K. Montignies-s-S.)

Membre fondateur de la Société Scientifique Belge de Kinésithérapie

Prix scientifique U.N.B.K. 1959

Prix scientifique A.K.B. 1965

Prix Vergauwen 1969

Philippe HEUREUX

Licencié – agrégé Education Physique

Gradué en Kinésithérapie

Professeur à l'Institut de Kinésithérapie du Hainaut (I.P.K. Montignies-s-S.)

La Kinésithérapie des rachis scoliotiques

**Ses bases – ses techniques
Ses traitements différentiels**

Dessins originaux de Monsieur Armand Cornut

Du même auteur

La Kinésithérapie de l'Epaule

La Kinésithérapie Analytique de la colonne vertébrale

tome 1 : le rachis cervical

tome 2 : le rachis dorsal et lombaire

La Kinésithérapie de la Hanche

Mécaprint s.c., 45 rue Thiéfry à 1030 Bruxelles, T. (02) 216.34.79

Copyright R. Sohier

à Yvon Willems,
on le pleure
mais il est de ceux que l'on chante

à la Poésie
à Ronsard
à Hélène

Pourquoi ce livre ?

De nombreux ouvrages ont été consacrés à la kinésithérapie des déviations de la colonne vertébrale. Ils proposent généralement des méthodes, parfois la justification de la méthode prônée. Il s'agit dès lors de justifications punctiformes qui ne cernent pas l'ensemble des états pathomécaniques propres aux rachis déviés, qui ne s'inquiètent pas de l'intercorrélation des cycles pathomécaniques engendrés.

Nous craignons ces manières de faire, ces clairs-obscurs, ces ombres de la réalité comme dit Platon dans l'allégorie de la caverne. Ces ombres mouvantes ont toutefois, par leurs clartés partielles, le génie d'insinuer l'inquiétude, ce doute cartésien propice à de nouveaux démarrages.

C'est donc par une étude portant sur le fondamental que nous tenterons d'approcher, voire d'expliquer les efficacités que peuvent avoir les techniques cines-thérapiques sur les rachis déviés.

Les efficacités correctrices ne peuvent en effet se comprendre que si l'ensemble des états pathomécaniques propres aux rachis déviés a préalablement été cerné.

C'est cette utopie, cette nébuleuse qu'est l'immensité des intercorrélations déviantes du rachis que nous tenterons d'aborder et d'éclairer.

Si nous y arrivons, l'exercice et la technique prendront une nouvelle valeur, celle de la synthèse des connaissances qui la justifient. Le rendement de l'exercice, ses limites et ses contre-indications apparaîtront. Le choix ou le refus d'un exercice dépend en effet de justifications bio- et pathomécaniques précises et analytiques.

La kinésithérapie du rachis dévié sera donc analytique tout comme la kinésithérapie du rachis rhumatismal.

La formation du kinésithérapeute en tiendra compte et les méthodes seront enseignées, non comme moyens thérapeutiques, mais comme applications d'un enseignement théorique et analytique. La seconde partie de ce livre utilise d'ailleurs les exercices, notamment ceux des méthodes, comme «matériaux» à décortiquer. L'avantage de la décortication analytique des efficacités correctrices des exercices est d'obliger le praticien à un retour constant aux règles fondamentales, vestales du contrôle, non des connaissances, mais de l'exactitude des connaissances. Ceci s'oppose à ce qui se passe lors de l'emploi systématique d'une méthode. Avec le temps, la rigueur se perd dans la routine. Survient alors l'oubli du détail, synonyme d'efficacité. Une fois la main et l'esprit de celui qui a créé la méthode disparus, personne ne peut retrouver le droit chemin... et les disciples se chamaillent.

La décortication analytique comme fondement de l'exercice aiguise au contraire le travail personnel, rend responsable tout en affinant le sens de l'observation par le contrôle du rendement. Elle incite ainsi à l'imagination créatrice. Elle conduit à la découverte journalière, gage de dynamisme et de joie professionnels. Si le maître s'est efforcé d'apprendre à chacun à correctement penser, «mon maître a dit» est mort.

Notre première analyse du rachis date de 1957. Elle n'était pas spécifiquement orientée vers le rachis orthopédique. Elle partait à la recherche de tous les modes imaginables de fonctionnement de l'étage vertébral. Elle déboucha sur ce que nous avons, en son temps, appelé la «pince-ouvrante».

Le principe en est simple. Le disque est supposé ne pas être le seul à toujours supporter les contraintes de charge. Les articulations vertébrales, en assurant à la vertèbre des appuis postérieurs, transforment celle-ci en un levier inter-appui susceptible de solliciter le disque en dégagement, symétrique ou asymétrique, selon la hauteur des appuis apophysaires et selon la symétrie ou l'asymétrie des forces d'extension. C'est le croquis ornant la couverture de ce livre.

Si une seule articulation vertébrale assure l'appui, l'articulation vertébrale controlatérale et le disque sont également dégagés.

Selon le mode d'activité de la pince-ouvrante, le levier vertébral peut ainsi décharger le disque, localement ou globalement, le protéger, modifier sa cunéiformité, déshabiter les facettes apophysaires, comprimer ou décompresser l'interligne apophysaire, etc. Les activités des muscles rachidiens, prenant leurs informations au niveau des articulations vertébrales, peuvent de plus être inhibées ou facilitées. L'analyse systématique des efficacités de la pince-ouvrante orientée vers le rachis dévié méritait donc d'être entreprise.

Décharger la concavité scoliotique des contraintes excessives qui y règnent pour y favoriser la croissance osseuse n'a-t-il pas toujours été le but des techniques orthopédiques ? L'activité unipodale convexe pourrait assurer ces conditions.

Ce n'est toutefois pas pour soigner des rachis déviés que nous avons en premier mis en pratique cette manière de voir l'étage vertébral. Nous avons en effet consacré deux tomes à la «Kinésithérapie analytique de la colonne vertébrale en rhumatologie» – voir biblio –.

La raison chronologique de ce choix vient de ce que la kinésithérapie analytique appliquée au rachis rhumatismal, coincé, tassé, désaxé... donne ses premiers résultats contrôlables dès la première séance. Cela permet d'objectiver la justesse du raisonnement créateur de la technique choisie.

On ne peut imaginer obtenir de telles réponses, promptes et efficaces, lors de soins à un rachis dévié. Les efficacités de nos techniques sur les rachis rhumatismaux nous ont ainsi forgé l'outil mais aussi des certitudes préalables quant à la diversité des rendements de la pince-ouvrante.

Elles nous permettent d'aborder le rachis orthopédique avec une optique partiellement nouvelle, celle qui tient compte non seulement de la déviation de l'empilement rachidien mais aussi et surtout de l'état pathomécanique de l'étage vertébral, c'est-à-dire de son dérangement.

Il y a belle lurette que nous aurions pu ou dû écrire ce livre. Peut-être ne devrions-nous ne l'écrire que bien plus tard. De toute façon, nous savons ne pouvoir résoudre tous les problèmes soulevés par les déviations scoliotiques.

Si nous apportons sans plus attendre notre pierre à cette falaise, c'est que nous la croyons suffisamment polie. Sans être un caillou blanc, elle permettra peut-être à d'autres d'y voir plus clair ou d'aller plus loin... d'un jet de pierre. L'essentiel, après tout, est que chacun apporte.

Ce livre, comme toujours, est construit pour convenir tant aux confrères studieux qu'aux confrères pressés.

Les premiers s'y blottiront des heures entières dans le nid doux d'une progressive et longue réflexion. Les seconds l'ouvriront à la sauvette. Ils y découvriront la recette convenant au cas traité. Hélas ! Tel le plat mijoté mis en boîte de fer blanc, le bouquet aura fui à la première levée de couvercle. Ils ne humeront pas le merveilleux parfum, la joie profonde de celui qui, ayant compris, peut se permettre de ne pas trop emmagasiner.

Ainsi va le rachis,

*du sacré à l'intelligence,
en passant par le médullaire
comme on passe par la Provence,
en chantant, tri, le, la, lon, baïre !*

Table des matières

L'essentiel	p. 9
Premier chapitre	
Physiologie de l'érection rachidienne	p. 11
Facteurs déterminants du type d'érection rachidienne	p. 31
Personnalité fonctionnelle des muscles de l'érection rachidienne	p. 44
Physiologie et pathologie de l'étage vertébral orthopédique	p. 63
Rigidification de l'étage vertébral et rigidification du rachis	p. 94
Rôle de l'arthroception inter-apophysaire dans la réponse des muscles du plan postérieur	p. 101
Deuxième chapitre	
Définition des scolioses	p. 109
Troisième chapitre	
Principes d'efficacité des différentes techniques kinésithérapiques	p. 115
Quatrième chapitre	
Les techniques gymniques et orthopédiques	p. 147
Cinquième chapitre	
Le traitement théorique idéal	p. 189
L'exercice théorique idéal	p. 194
Les forces correctrices utilisées par la kinésithérapie	p. 195
Sixième chapitre	
L'examen. Le dossier	p. 197
Septième chapitre	
La classification des exercices	p. 203
Huitième chapitre	
Le traitement des déviations de moins de 30°	p. 217
déviations lombaires	p. 219
déviations dorsales et dorso-lombaires	p. 225
déviations cervicales et cervico-dorsales	p. 230
Le traitement des déviations de 30 à 50°	p. 233
Le traitement des déviations opérées	p. 237

Le débat commence par une définition.

La colonne vertébrale est un empilement articulé placé en position érigée.

Tout est dans ce paradoxe. Le mât rachidien est verticalisé. Il le faudrait rigide pour qu'il ne se déviât. Il est articulé à chaque étage.

Pour être fonctionnel, un tel ensemble doit résoudre un double problème mécanique :

- **celui de la verticalisation de l'ensemble ;**
- **celui du non dérangement des éléments empilés.**

Celui, certes aussi de la non dysmorphie des éléments empilés.

La première condition s'assure par haubanage musculaire. La seconde dépend du verrouillage physiologique de l'étage vertébral, verrouillage dont la généralisation au niveau de chaque étage assure la rigidification mobile de l'ensemble de l'empilement. La troisième dépend de la morphologie vertébrale mais aussi des pressions supportées.

Si la première condition n'est pas respectée, la verticalisation et la rectitude du rachis sont mises en cause. Si la seconde n'est pas résolue, le déverrouillage et par là le dérangement de l'étage vertébral peuvent survenir. Si la troisième situation existe, la déviation est structurale et fixée.

Nous ne pouvons donc admettre, en ce début d'analyse, qu'il existe une concordance entre les notions de «verticalité-rectitude» du rachis et celles de «verrouillage rigidifiant» de l'étage vertébral.

Corriger dans le sens «unique» d'un redressement-rectitude du rachis peut, au début de cette étude, ne rien signifier. Redresser ne signifie rien si le verrouillage anti-déviatoire de l'étage vertébral ne survient pas comme corollaire.

Se tenir bien droit n'est pas une bonne image éducative du rachis si, quand il s'agit de se battre contre la déviation, le but à atteindre est d'assurer au niveau de chaque étage vertébral les conditions de verrouillage anti-déviateurs maximum.

Ce qui précède nous amène à considérer que nous devons commencer par rechercher d'une part les causes des mécanismes déviatoires de l'ensemble de l'empilement vertébral, consécutifs à l'haubanage rachidien notamment et, d'autre part, les causes des mécanismes déviatoires consécutifs aux conditions pathomécaniques de l'étage vertébral. Les intercorrélations existant entre ces deux aspects seront ensuite à envisager.

Préciser l'importance à accorder à chacune de ces deux données de la physiologie rachidienne, éclairer leurs suppléances et leurs antagonismes éventuels, c'est définir les possibilités et les limites biomécaniques de la kinésithérapie orthopédique du rachis.

Nous étudierons donc séparément :

- la physiologie de l'érection globale du mât rachidien, ses effets correcteurs ou déviants ;**
- la physiologie de l'étage vertébral, les mécanismes propres au verrouillage de la vertèbre, à son équilibration, à sa déviation ;**
- en synthèse, les intercorrélations existant entre ces deux mécanismes.**

PREMIER CHAPITRE

Définition bio et pathomécanique du rachis dévié

LA PHYSIOLOGIE DE L'ERECTION GLOBALE DU RACHIS

La loi fondamentale de l'érection globale du rachis est la suspension par haubanage

La suspension d'un mât haubané vient du hors aplomb de la ligne de gravité en référence à sa base de sustentation – fig. 1 a,b –

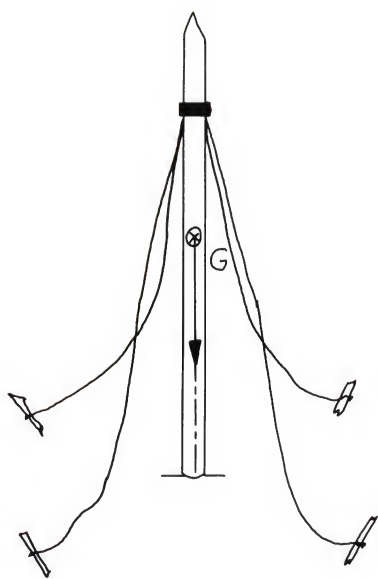
Le hors aplomb crée le déséquilibre du mât et la mise en tension des haubans situés du côté opposé à l'inclinaison. Cette tension stabilise le mât et assure sa subverticalisation.

Tel est le principe de l'érection globale du rachis.

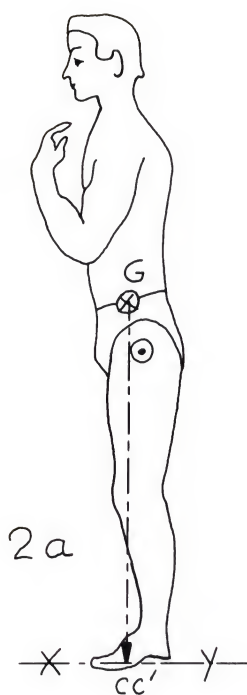
Ce principe vaut pour l'équilibre sagittal comme pour l'équilibre frontal. Les haubans étant musculaires, la contraction ou la contracture s'ajoute à la tension visco-élastique.

Bien que constitués chacun de divers muscles, on peut considérer l'existence de quatre haubans théoriques : deux antérieurs, deux postérieurs, deux droits et deux gauches.

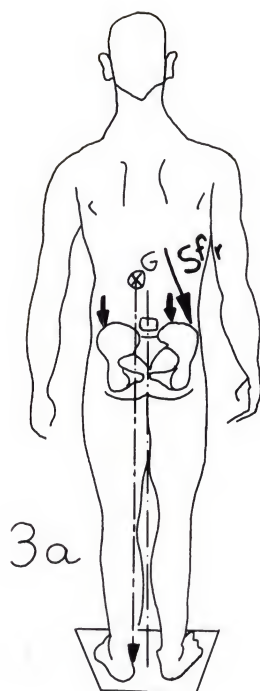
Nous reviendrons ultérieurement sur les aspects anatomiques et fonctionnels de ces haubans musculaires – psoas iliaque, abdominaux, long dorsal, ilio-costal ...



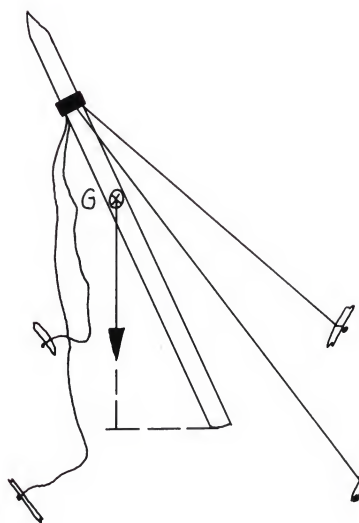
1 a



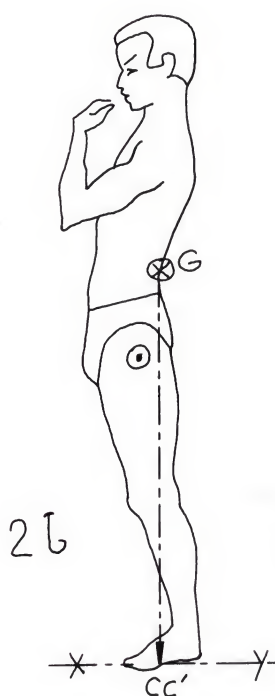
2 a



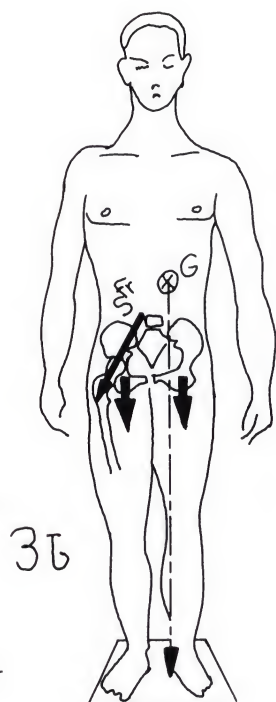
3 a



1 b



2 b



3 b

Les haubans agissent globalement sur le mât rachidien mais ne commandent pas électivement un étage vertébral.

Leurs effets correcteurs ou déviatoires sont donc globaux. Ils redressent, inclinent, tournent globalement le rachis. Ils engendrent par là des forces lordosantes, cyphosantes, d'inflexion latérale, de rotation ainsi que des contraintes d'écrasement. Les activités d'haubanage devront donc être étudiées sur le plan de leurs effets correcteurs ou déviants de l'empilement, et cela, dans les trois plans de l'espace.

En mécanique, les haubans situés du côté de la ligne de gravité sont inactifs – fig. 1 b –.

L'haubanage musculaire du rachis respecte cette règle pour l'équilibration sagittale. L'électromyographie montre en effet que, chez le sujet sain, les haubans antérieurs et postérieurs ne travaillent jamais simultanément. L'haubanage frontal déroge partiellement à cette règle.

_____ L'équilibration sagittale de l'empilement rachidien

L'équilibre sagittal du rachis s'assure par suspension musculaire antérieure ou postérieure selon que la ligne de gravité tombe en avant ou en arrière de l'axe trans-coxo-fémoral. – fig. 2 a,b –

Deux possibilités d'équilibre sagittal du rachis existent donc selon que la ligne de gravité tombe en avant ou en arrière de l'axe trans-coxo-fémoral. La base de sustentation pédestre n'est donc pas la référence décidant de la réaction d'haubanage. G y tombe généralement à l'aplomb des articulations de Chopart (cc', fig. 2 a,b), légèrement vers l'avant lorsque G s'avance en référence à l'axe trans-coxo-fémoral.

Quand la ligne de gravité est antérieure, l'haubanage est postérieur et intéresse le long dorsal, l'ilio-costal, l'épi-épineux. Quand elle est postérieure, l'haubanage est antérieur et intéresse les psoas-iliaques et les abdominaux. Ceci correspond à la conception classique des deux grands types de statiques humaines : celle des sujets qui, en moyenne fonctionnelle, s'érigent par suspension postérieure et celle des sujets s'érigeant par suspension antérieure. Delmas a particulièrement étudié ces problèmes –biblio –.

Les sujets du premier type, en perpétuel déséquilibre antérieur, sont prêts à la marche et à la course. De là leur nom de sujets du type cinétique. Les seconds, stabilisés en suspension sur leur abdomen et leurs psoas, sont dits du type statique.

En orthopédie du rachis, il est important de différencier le type de statique habituelle. Les sollicitations musculaires des divers haubans étant différentes, leurs effets anti-déviatoires, déviatoires et correcteurs pourraient être différents.

Les activités de suspension étant, selon le type de statique, prédominantes en avant ou en arrière, une prédisposition fonctionnelle à la déviation rachidienne ou au contraire des conditions anti-déviatoires d'ordre physiologique pourraient exister. Chacun des deux types d'érection rachidienne aurait ainsi sa tendance déviatoire. Aux deux types d'érection rachidienne correspondraient ainsi deux types déviatoires.

_____ L'équilibration frontale de l'empilement rachidien

L'équilibration frontale du rachis s'assure par suspension musculaire droite ou gauche selon que la ligne de gravité est latéralisée à gauche ou à droite. La base d'appui à laquelle il faut faire référence est l'axe antéro-postérieur passant par le milieu du sacrum – fig. 3, a –.

Il est en effet rare que la ligne de gravité tombe à l'aplomb de l'axe médio-sacré. Sa localisation est, en moyenne fonctionnelle normale, d'une façon préférentielle sub-latéralisée à droite ou à gauche selon les individus. Plus souvent à gauche qu'à droite, d'ailleurs. L'haubanage de suspension frontale naît de ce hors aplomb frontal de la ligne de gravité.

La suspension frontale née de la latéralisation de G vis-à-vis de l'axe médio-sacré ne déclenche pas la double activité antérieure et postérieure des haubans situés du côté opposé à la localisation de la ligne de gravité. Elle intensifie seulement, controlatéralement au hors aplomb gravitaire, l'activité des haubans musculaires déjà mis en fonction par la suspension sagittale – fig. 3 a).

Les haubans mis au repos par le type de suspension sagittale ne sont donc pas mis en activité par le déséquilibre frontal de G. Un sujet à ligne de gravité antérieure, latéralisant G vers la gauche, intensifie son activité d'haubanage postérieure droite, mais son hauban antérieur droit reste muet – fig. 3 a –.

Un sujet à ligne de gravité postérieure gauche intensifie son activité postérieure droite sans pour autant utiliser son hauban postérieur droit – fig. 3 b –.

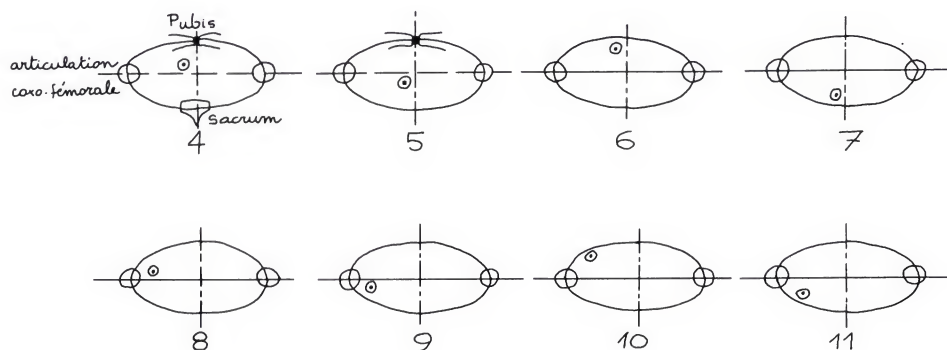
La latéralisation de la ligne de gravité accentue donc physiologiquement unilatéralement l'activité d'haubanage du côté opposé à la ligne de gravité mais uniquement celle du hauban musculaire déjà mis en activité par le type de suspension sagittale, antérieur ou postérieur. Il ne déclenche pas l'activité d'haubanage des muscles, antérieurs ou postérieurs, mis au repos par le type de suspension sagittale.

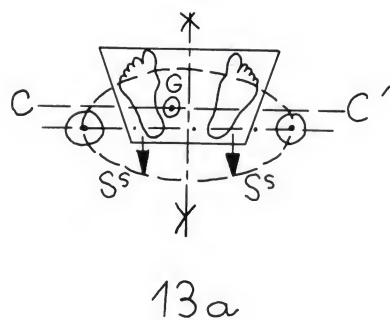
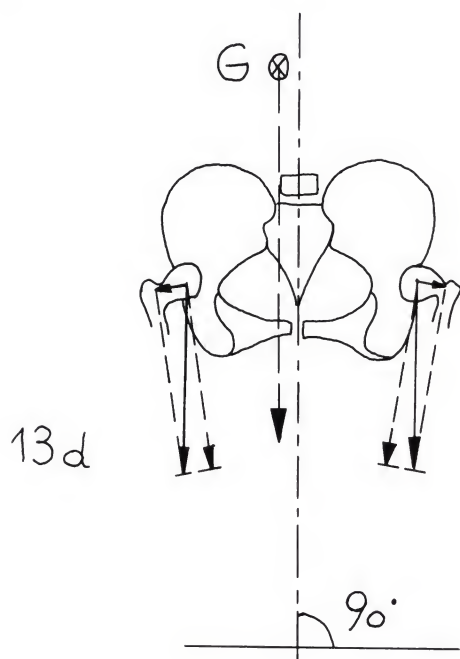
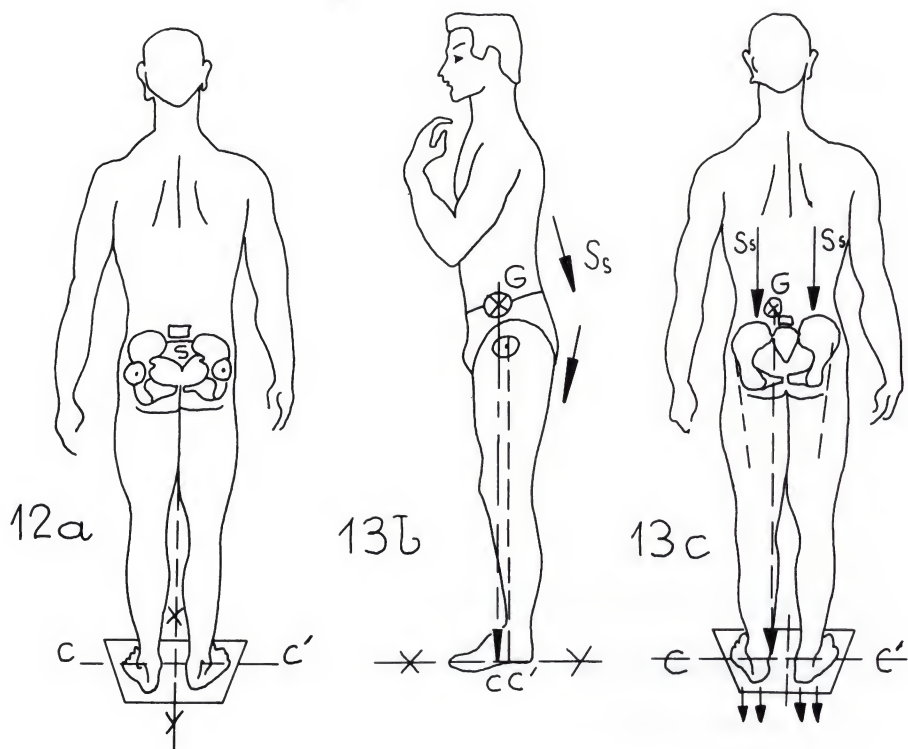
Synthèse des réactions d'haubanage

_____ Haubanage quand l'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pedestre

Partant des règles d'haubanage précitées, huit grands types de réactions théoriques d'haubanage existent selon la localisation de la ligne de gravité en référence à l'axe trans-coxo-fémoral d'une part et à l'axe médio-sacré d'autre part.

1. Ligne de gravité antérieure, en sub-aplomb sagittal et sub-aplomb frontal – fig. 4 –
2. Ligne de gravité postérieure, en sub-aplomb sagittal et sub-aplomb frontal – fig. 5 –
3. Ligne de gravité antérieure, en hors-aplomb sagittal et sub-aplomb frontal – fig. 6 –
4. Ligne de gravité postérieure, en hors-aplomb sagittal et sub-aplomb frontal – fig. 7 –
5. Ligne de gravité antérieure, en sub-aplomb sagittal mais en hors-aplomb frontal – fig. 8 –
6. Ligne de gravité postérieure, en sub-aplomb sagittal mais en hors-aplomb frontal – fig. 9 –
7. Ligne de gravité antérieure, en hors-aplomb sagittal et en hors-aplomb frontal – fig. 10 –
8. Ligne de gravité postérieure, en hors-aplomb sagittal et en hors-aplomb frontal – fig. 11 –





Ces huit possibilités, doublées par le fait que ce peut être à droite ou à gauche, résument les principales réactions d'haubanage susceptibles d'être rencontrées.

Les retrouver chez le patient constitue donc une finalité de l'examen statique du rachis. Elle définit l'érection globale du rachis du sujet et les forces sollicitant le rachis.

Nous allons passer ces huit situations à l'analyse – G étant à gauche de l'axe médio-sacré – de manière à connaître :

- les haubans mis au travail,
- les haubans mis au repos,
- l'intensité d'activité des haubans mis au travail,
- le degré de symétrie ou d'asymétrie des haubans au travail.

Nous en profiterons pour étudier aussi :

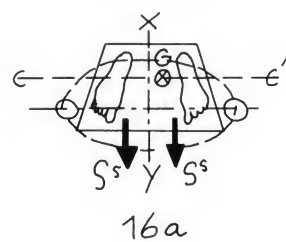
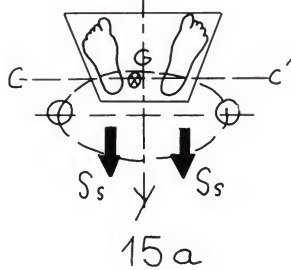
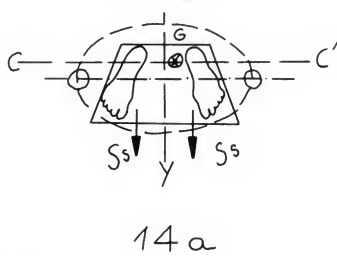
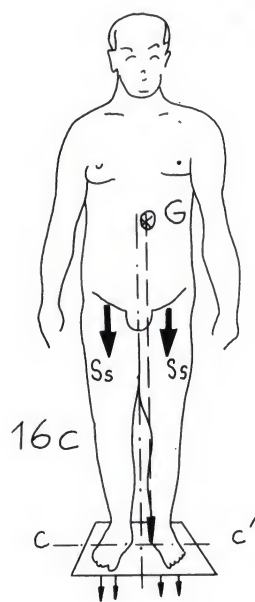
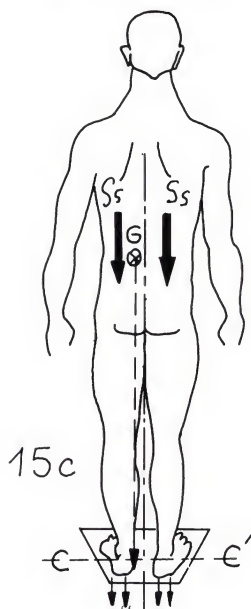
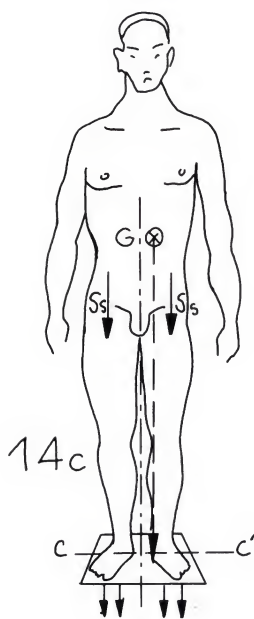
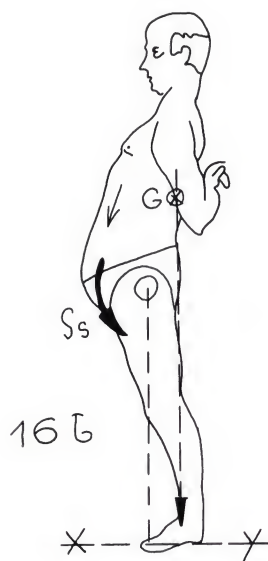
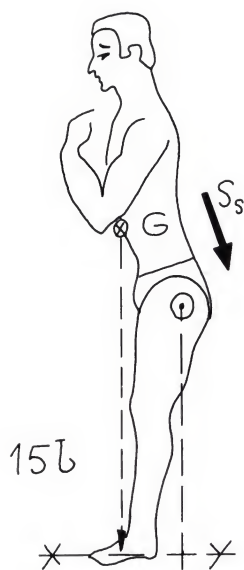
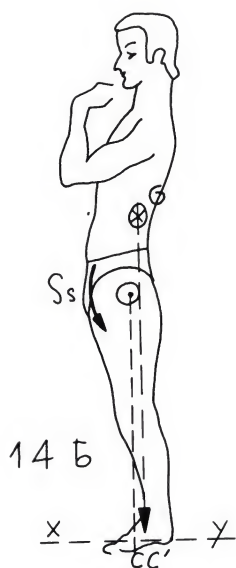
- la répartition des charges sur les pieds,
- l'équilibre frontal et sagittal du bassin.

Lors de cette étude, nous considérons l'axe médio-sacré à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre – fig. 2 a, b –.

Nous envisagerons ultérieurement les effets engendrés quand ces concordances n'existent pas.

première situation **Haubanage quand G est antérieur, en sub-aplomb sagittal et sub-aplomb frontal** – fig. 13 a, b, c, d –

- L'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre et G à l'aplomb de l'axe joignant les articulations de Chopart – fig. 13 a –.
- L'haubanage de suspension sagittale est postérieur – long dorsal, ilio-costal –.
- L'activité musculaire est peu intense puisque le moment de G est petit – 1 de valeur théorique –.
- L'activité musculaire est sub-symétrique puisque G est très peu latéralisé.
- La statique est économique sur le plan métabolique du fait du peu d'intensité de l'activité musculaire, alors qu'elle ne l'est pas sur le plan des activités de modulation du tonus postural.
- La statique est peu stable dans le plan sagittal puisque le moindre déplacement antéro-postérieur de G peut inverser le type statique, G passant en arrière de l'axe trans-coxo-fémoral.
- La stabilité frontale du rachis est bonne puisque la sollicitation gravitaire latérale du rachis est minime.
- La stabilité frontale du bassin est bonne puisque les sollicitations gravitaires latérales s'équilibrent – fig. 13 d –.
- Les pieds sont sub-également chargés.
- L'axe trans-coxo-fémoral est en sub-aplomb de l'axe joignant les articulations de Chopart.
- C'est la statique normale du sujet du type cinétique.



deuxième situation

Haubanage quand G est postérieur, en sub-aplomb sagittal et sub-aplomb frontal

– fig. 14 a, b, c –

- L'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre, et G est à l'aplomb de l'axe joignant les articulations de Chopart.
- L'haubanage de suspension sagittale est antérieur – psoas, abdominaux –.
- L'activité musculaire est peu intense puisque le moment de G est petit – 1 de valeur théorique –.
- L'activité musculaire est sub-symétrique puisque G est peu latéralisé.
- La statique est économique dans les limites de ce que nous avons précisé pour le cas précédent.
- La statique est peu stable dans le plan sagittal puisque le moindre déplacement postéro-antérieur de G peut inverser le type statique, G passant en avant de l'axe trans-coxo-fémoral.
- La stabilité frontale du rachis est bonne puisque la sollicitation gravitaire latérale du rachis est minime.
- La stabilité frontale du bassin est bonne puisque les sollicitations gravitaires latérales du bassin s'équilibrent – fig. 13 d –.
- Les pieds sont également chargés.
- L'axe trans-coxo-fémoral est en sub-aplomb des articulations de Chopart.
- C'est la statique normale du sujet du type statique.

troisième situation

Haubanage quand G est antérieur, en hors-aplomb sagittal et sub-aplomb frontal

– fig. 15 a, b, c –

- L'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre et G est à l'aplomb théorique de l'axe joignant les articulations de Chopart, bien que généralement légèrement déplacé vers l'avant-pied.
- L'haubanage de suspension sagittale est postérieur, en sus des réponses des muscles stabilisateurs postérieurs des membres inférieurs (chaîne cinétique postérieure).
- L'activité de suspension sagittale est bilatérale et intense puisque le moment de G est grand – 3 de valeur théorique –.
- L'activité d'haubanage sagittal est sub-symétrique puisque G est peu latéralisé.
- La statique n'est pas économique, elle est fatigante sur le plan métabolique. Elle peut être musclante du plan postérieur (gymnastique).
- Cette statique exige peu de correction du tonus postural – économique à ce sujet –.
- La stabilité frontale du rachis est bonne puisque la sollicitation gravitaire latérale du rachis est minime.
- La stabilité frontale du bassin est bonne puisque la sollicitation gravitaire latérale du bassin est minime.
- Les pieds sont presque également chargés.
- Puisque G est en hors aplomb sagittal antérieur et en sub-aplomb des articulations de Chopart, cela signifie que l'axe trans-coxo-fémoral est très reculé par rapport à ces dernières – fig. 15 b –.

quatrième situation

Haubanage quand G est postérieur, en hors-aplomb sagittal et sub-aplomb frontal – fig. 16 a, b, b', c –

– L'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre, et G est à l'aplomb de l'axe joignant les articulations de Chopart.

– L'haubanage de suspension sagittale est antérieur.

– L'activité de suspension sagittale est bilatérale et intense puisque le moment de G est grand – 3 de valeur théorique.

– L'activité d'haubanage frontal est sub-symétrique puisque G est peu latéralisé.

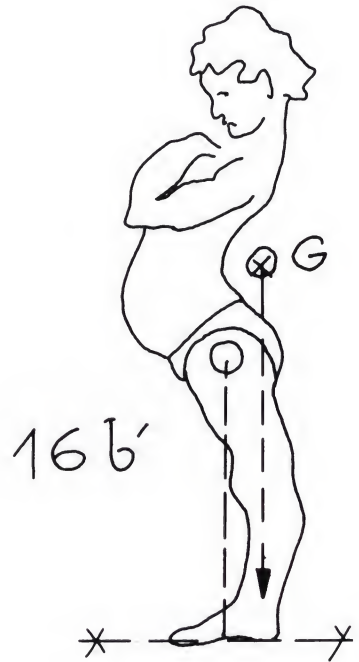
– La statique n'est pas économique, elle est fatigante et, avec le temps, peut déclencher des douleurs d'insertion des psoas-iliaques aux insertions trochantériennes – point de Layani –.

– La stabilité frontale du rachis est bonne puisque la sollicitation gravitaire latérale du rachis est minime.

– La stabilité frontale du bassin est bonne puisque la sollicitation gravitaire latérale du bassin est minime.

– Les pieds sont presque également chargés.

Puisque G est en hors-aplomb sagittal postérieur et en sub-aplomb des articulations de Chopart, cela signifie que l'axe trans-coxo-fémoral est avancé par rapport à ces dernières – avancée du bassin ou renversement postérieur du tronc.



cinquième situation

Haubanage quand G est antérieur, en sub-aplomb sagittal mais en hors-aplomb frontal – fig. 17 a, b, c, d –

– L'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre et G est à l'aplomb théorique de l'axe joignant les articulations de Chopart.

– L'haubanage de suspension sagittale est postérieur et peu intense puisque le moment sagittal de G est petit.

– L'haubanage de suspension frontale est intense mais uniquement du côté opposé à la latéralisation de G dont le moment frontal est grand – fig. 17 c –.

– L'asymétrie d'activité des haubans postérieurs est donc grande, théoriquement 1 pour 4 sur la fig. 17 a.

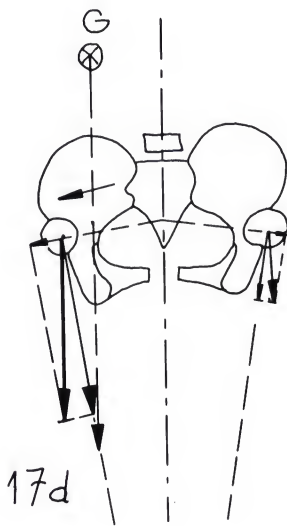
– L'asymétrie d'activité est proportionnelle au hors aplomb frontal de G en référence à l'axe médio-sacré.

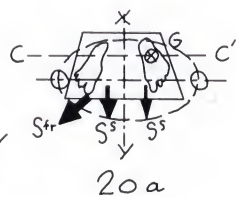
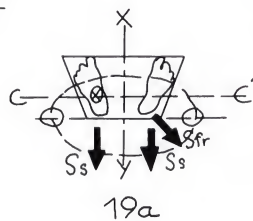
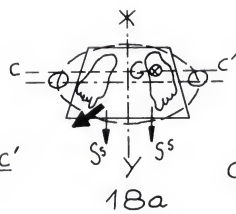
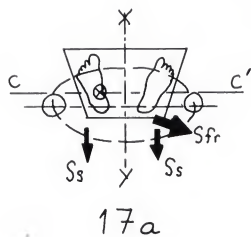
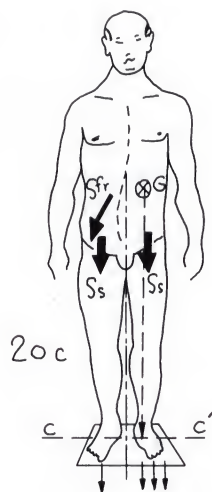
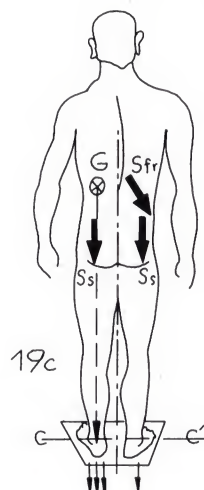
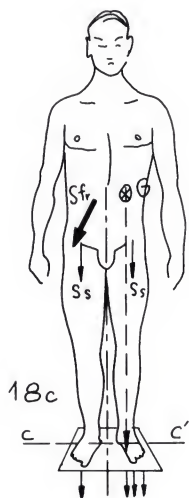
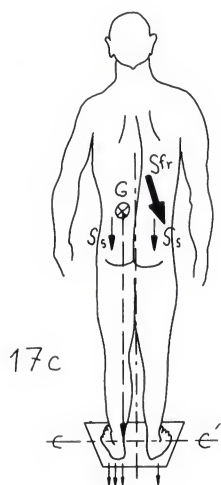
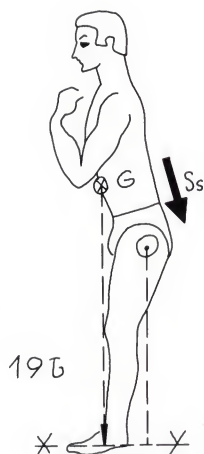
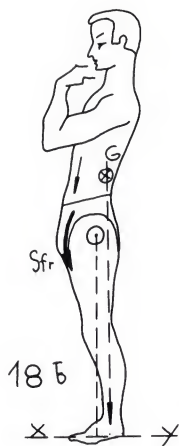
- L'axe médio-sacré étant ici à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre, l'inégalité des charges supportées par les pieds est directement proportionnelle au hors-aplomb frontal de G – fig. 17 a, c –.
- La gravité sollicite le rachis en inclinaison isolatérale à G – fig. 17 d –.
- La gravité sollicite le bassin en translation latérale dès que l'axe mécanique des membres inférieurs n'est pas rigoureusement vertical – fig. 17 d –. Nous étudierons plus loin les caractéristiques de ces translations latérales du bassin.
- La latéralisation de la ligne de gravité déclenche ainsi des forces de déséquilibre frontale du bassin, forces qui expliquent les positions «hanchées».
- L'instabilité frontale du bassin peut être corrigée par la contraction des abducteurs isolatéraux à la translation et des adducteurs opposés – fig. 21 g, h –. Ceci justifie la musculature des stabilisateurs frontaux du bassin dans les déviations scoliotiques.

sixième situation

Haubanage quand G est postérieur, en sub-aplomb sagittal mais en hors-aplomb frontal – 18 a, b, c –

- L'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre et G est à l'aplomb théorique de l'axe joignant les articulations de Chopart – fig. 18 a –.
- L'haubanage de suspension sagittale est antérieur – fig. 18 a, b, c –.
- L'haubanage de suspension sagittale est peu intense puisque le moment sagittal de G est petit – fig. 18 a, b –.
- L'haubanage de suspension frontale est intense mais uniquement du côté opposé à la latéralisation de G, dont le moment frontal est grand – fig. 18 c –.
- L'asymétrie d'activité des haubans antérieurs est donc grande, théoriquement de 1 pour 4 sur la fig. 18 a.
- L'asymétrie d'activité des haubans est proportionnelle au hors-aplomb frontal de G en référence à l'axe médio-sacré.
- L'axe médio-sacré étant ici à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre, l'inégalité des charges supportées par les pieds est directement proportionnelle au hors-aplomb frontal de G – fig. 18 a, c –.
- Les sollicitations frontales d'origine gravitaire sont d'inflexion isolatérale pour le rachis – fig. 18 c –.
- Le bassin est sollicité en translation latérale dès que l'axe mécanique des membres inférieurs n'est pas rigoureusement vertical – 17 d –.
- La latéralisation de la ligne de gravité déclenche ainsi des forces invitant à la station «hanchée».
- L'instabilité frontale du bassin peut être corrigée par l'activité des abducteurs isolatéraux à la translation et des adducteurs opposés.





septième situation

Haubanage quand G est antérieur, en hors-aplomb sagittal et en hors-aplomb frontal – fig. 19 a, b, c –

- L'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre.
- G tend à s'avancer par rapport aux articulations de Chopart ; avant-pied plus chargé.
- L'axe trans-coxo-fémoral est reculé par rapport aux articulations de Chopart – fig. 19 a, b –.
- L'haubanage de suspension sagittale est postérieur.
- Il est intense puisque le moment de suspension sagittale est grand, 3 de valeur théorique.
- L'haubanage de suspension frontale est intense du côté opposé à la latéralisation de G.
- L'haubanage postérieur global est ainsi beaucoup moins asymétrique que lorsque G, latéralisé, était en sub-aplomb sagittal. Au lieu de 1 pour 4 à la fig. 17 c, les valeurs théoriques deviennent 3 pour 6 – fig. 19 c –.
- L'intensification de l'haubanage sagittal né du hors-aplomb sagittal de G réduit donc l'asymétrie des activités d'haubanage postérieur.
- Les pieds sont ici inégalement chargés – fig. 19 c –.
- Les règles de translation latérale du bassin vues aux cas 17 et 18 restent d'application, ainsi que celles des sollicitations d'inflexion latérale du rachis.

huitième situation

Haubanage quand G est postérieur, en hors-aplomb sagittal et en hors-aplomb frontal – fig. 20 a, b, c –

- L'axe médio-sacré est à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre.
- G est à l'aplomb théorique des articulations de Chopart.
- L'axe trans-coxo-fémoral est avancé par rapport aux articulations de Chopart.
- L'haubanage de suspension sagittale est antérieur.
- Il est intense puisque le moment de suspension sagittale est grand, 3 de valeur théorique – fig. 20 a, b –.
- L'haubanage de suspension frontale est intense du côté opposé à la latéralisation de G.
- L'haubanage antérieur global est ainsi beaucoup moins asymétrique que lorsque G, latéralisé, était en sub-aplomb sagittal. Au lieu de 1 pour 4 à la fig. 19 a, les valeurs théoriques deviennent 3 pour 6 – fig. 20 a –.
- L'intensification de l'haubanage sagittal né du hors-aplomb sagittal de G réduit donc l'asymétrie des activités d'haubanage antérieur.
- Les pieds sont ici inégalement chargés – fig. 20 c –.
- Les règles de translation latérale du bassin vues aux cas 17 et 18 restent d'application, ainsi que celle d'inflexion latérale du rachis.

Conclusions quant à l'haubanage

- L'intensité de l'haubanage sagittal est directement proportionnelle au hors-aplomb sagittal de G en référence à l'axe trans-coxo-fémoral.
- L'intensité de l'haubanage frontal est directement proportionnelle au hors-aplomb frontal de G en référence avec l'axe médio-sacré.
- L'asymétrie d'intensité des activités de l'haubanage frontal est directement proportionnelle au hors-aplomb frontal de G en référence à l'axe médio-sacré.
- Il s'ensuit que l'asymétrie de haubanage global est directement proportionnelle au hors-aplomb frontal de G en référence à l'axe médio-sacré, mais inversement proportionnelle au hors-aplomb sagittal de G en référence à l'axe trans-coxo-fémoral.
- Cerner l'haubanage sagittal et frontal, c'est donc définir l'intensité et l'asymétrie d'intensité des forces musculaires qui verticalisent le rachis. C'est là une importante donnée de l'examen du rachis.
- Dans la pratique, deux moyens existent pour cerner l'haubanage du rachis :
 - soit localiser G en référence aux axes précités
 - soit évaluer l'intensité et l'asymétrie d'intensité des activités musculaires de l'haubanage.

Le baryscope de Toulon – biblio –, la planche de Lovett – biblio – ou la technique de la pesée unipodale permettent de localiser G.

L'électromyographie ou la palpation manuelle évaluent l'activité des haubans. Ces deux dernières techniques ne peuvent hélas s'utiliser pour évaluer l'activité psycho-motrice.

- **Les examens de la statique humaine montrent que G est physiologiquement en hors-aplomb sagittal et en hors-aplomb frontal.**

L'haubanage prédomine donc soit en avant, soit en arrière, à droite ou à gauche.

- **La physiologie de l'érection rachidienne contient dans ses fondements des facteurs de déviation sagittale, frontale et horizontale du rachis.**

Le déséquilibre des tensions d'haubanage peut donc être à l'origine d'un cycle patho-mécanique conduisant à la déviation globale de l'empilement rachidien dans les trois plans de l'espace, mais aussi à la perturbation de la statique et des mécanismes de verrouillage et de rigidification de l'étage vertébral. Les haubans ne dévieraient pas uniquement le mât rachidien, mais dérangeraient aussi l'étage vertébral.

Conclusions quant à l'équilibre du bassin

– La statique sagittale du bassin est influencée par la localisation de G en référence à l'axe trans-coxo-fémoral

G antérieur devrait antéverser le bassin, G postérieur le rétroverser. Mais G, en localisation antérieure, déclenche des activités musculaires sollicitant le bassin en rétroversion, G en localisation postérieure des activités musculaires d'antéversion du bassin. L'observation montre que les forces musculaires l'emportent puisque les sujets à ligne de gravité antérieure ont un bassin peu antéversé, ceux à ligne de gravité postérieure un bassin plus antéversé.

– La stabilisation frontale du bassin est influencée par la localisation frontale de G en référence à l'axe médio-sacré dès que l'axe mécanique des membres inférieurs n'est pas vertical. La latéralisation de G charge en effet plus une hanche que l'autre – fig. 21 a –.

Si les membres inférieurs sont également abductés, la translation latérale du bassin tend à être controlatérale à la latéralisation de G – fig. 21 b –. Si les membres inférieurs sont également adductés, la latéralisation du bassin tend à être isolatérale à la latéralisation de G – fig. 21 c –.

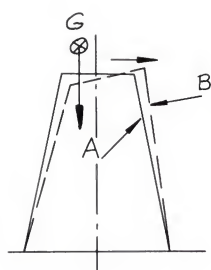
– Les figures 21 d et e montrent que la translation du bassin surélève la hanche du côté de la translation quand les membres inférieurs sont abductés et l'abaisse du côté de la translation lorsque les membres inférieurs sont adductés.

Dans le premier cas, l'accentuation de l'abduction du membre inférieur controlatéral à G limite la force de translation pelvienne – fig. 21 f –, son adduction l'accentue – fig. 21 g –. Dans le second cas, l'accentuation de l'adduction du membre inférieur controlatéral à G limite la translation pelvienne – fig. 21 h –, son adduction l'accentue – fig. 21 i –.

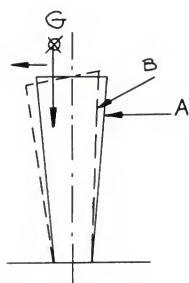
– Quand un membre inférieur est abducté et l'autre adducté, les forces de translation du bassin d'origine gravitaire s'additionnent pour latéraliser le bassin du côté du membre inférieur adducté – fig. 21 j –.

Conclusions

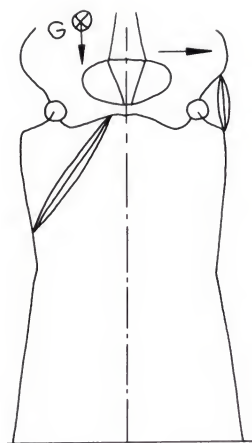
– Ces diverses sollicitations latérales du bassin montrent que la station hanchée peut provenir de la latéralisation de G. Elle n'est donc pas uniquement une «mauvaise» attitude, plutôt une adaptation économique d'équilibration. Cette station bouscule toutefois frontalement le bassin et la plate-forme sacrée. Elle incurve latéralement le segment lombaire.



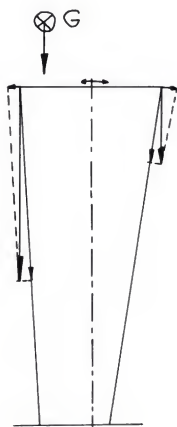
21d



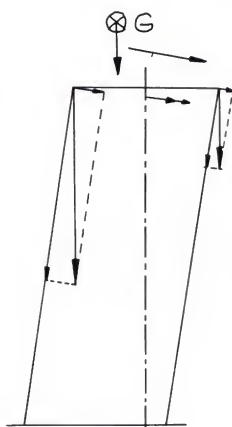
21e



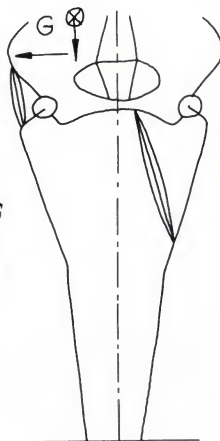
21j



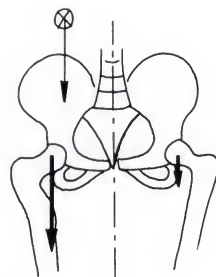
21h



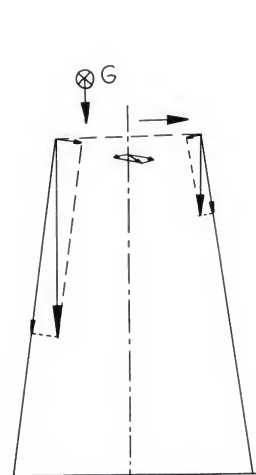
21g



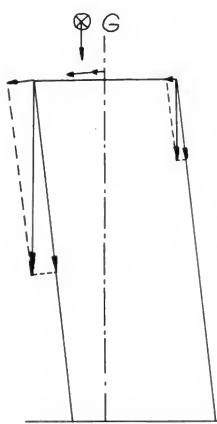
21k



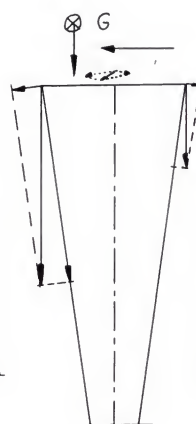
21a



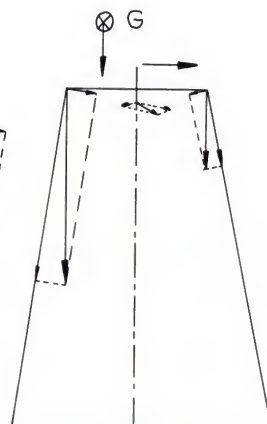
21b



21i



21c



21f

– **Les muscles stabilisateurs frontaux du bassin répondent aux forces de translation. Il s'agit des adducteurs du côté opposé à la translation et des abducteurs du côté de la translation pelvienne.** (La figure 21 j correspond à la correction de la situation du 21 b, la figure 21 k à la correction du 21 c).

– **Muscler les stabilisateurs frontaux du bassin constitue donc un moyen de maintenir la plate-forme pelvienne en correction.**

Eduquer sans donner les moyens de corriger ne sert à rien. Ceci justifie qu'il faille muscler les membres inférieurs des sujets atteints de déviations rachidiennes.

– **On remarquera aussi que l'élargissement de la base de sustentation pédestre améliore l'équilibration frontale du bassin sans exiger le placement de G en sub-aplomb frontal de l'axe médio-sacré – fig. 22 a –. Les sollicitations frontales du rachis ne sont donc pas corrigées.**

Réduire la largeur de la base de sustentation pédestre exige au contraire le sub-aplomb de G en référence à l'axe médio-sacré si l'aplomb frontal du bassin est assuré – fig. 22 b –.

– **Réduire la largeur de la base de sustentation pédestre et contrôler l'aplomb frontal du bassin permet donc de déclencher des réactions d'équilibration correctrices, rangement sinon toujours de l'empilement rachidien, du moins de la localisation frontale de G.**

Les sollicitations d'inflexion latérale d'origine gravitaire du rachis s'en trouvent ainsi réduites. L'automatisation de la position des pieds joints et les exercices d'équilibre se justifient ainsi. La grande largeur fonctionnelle de la base de sustentation pédestre propre aux sujets de type statique pourrait donc être un facteur d'incorrection dans le placement frontal de G et d'accentuation des sollicitations d'inflexion latérale du rachis.

Conclusions quant à la répartition des charges sur les pieds

La répartition des charges sur les pieds est directement proportionnelle au hors-aplomb frontal de G, en référence, non à l'axe médio-sacré, mais à l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre – fig. 23 a, b –.

Le pied isolatéral à la charge peut ainsi être beaucoup plus chargé que l'autre.

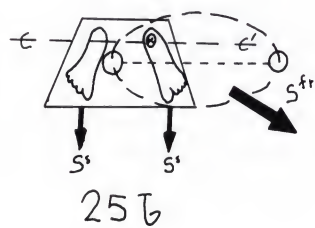
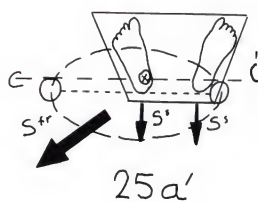
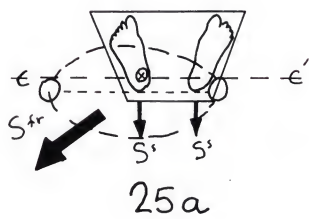
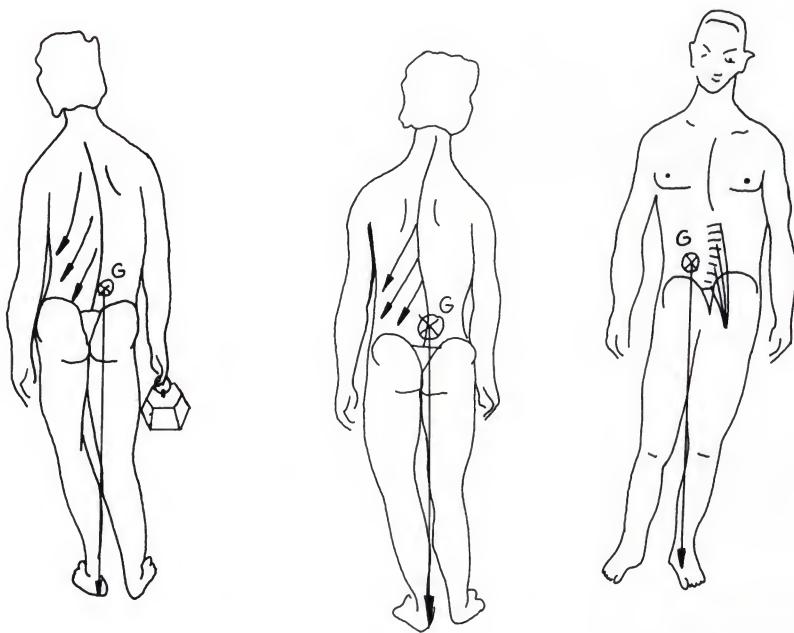
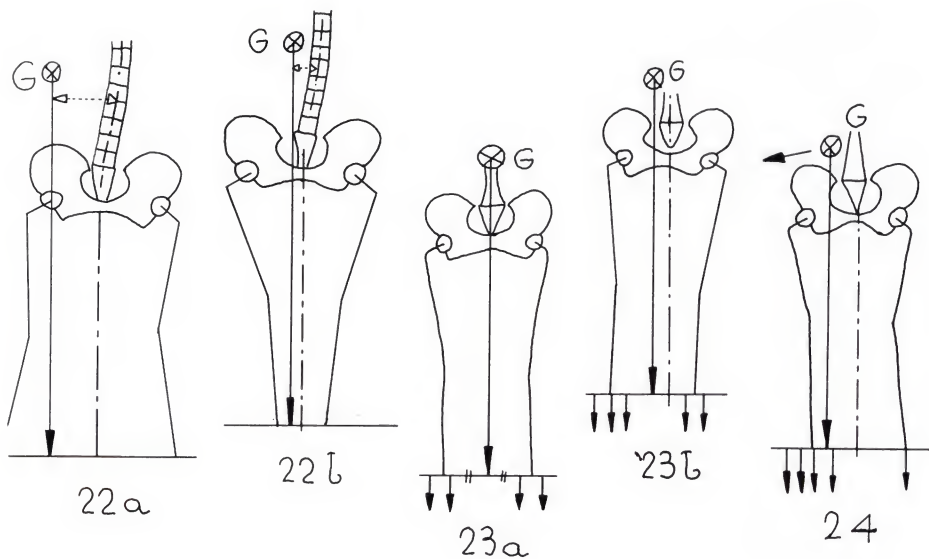
Si G est latéralisé, la translation controlatérale du bassin rééquilibre la répartition des charges sur les pieds – fig. 23 c –.

Si G est latéralisé, la translation isolatérale du bassin déséquilibre la répartition des charges sur les pieds – fig. 24 –.

Ceci n'améliore pas pour autant les sollicitations d'inflexion latérale du rachis.

Il s'ensuit qu'une répartition égale des charges sur les pieds ne signifie rien si l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre n'est pas à l'aplomb de l'axe médio-sacré.

L'aplomb doit donc être assuré si l'on veut conclure à la latéralisation de G lors du contrôle des charges sur chaque pied.



Haubanage quand l'axe médio-sacré n'est plus à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre

La latéralisation de G sollicite le bassin en translation latérale et, par voie de conséquence, en inclinaison frontale.

Pour répondre à cette instabilité frontale, la station hanchée est souvent utilisée. Elle consiste à reporter une importante partie du poids du corps sur un membre inférieur et à adducter ce dernier de manière à ce que la ligne de gravité du corps tombe quasi à l'aplomb du pied principalement porteur – fig. 25 a, a', b –.

La station hanchée détermine ainsi la suspension du corps par les haubans isolatéraux au membre porteur. Deux statiques supplémentaires, l'une à suspension antérieure, l'autre à suspension postérieure, sont donc à ajouter aux huit statiques de base déjà étudiées. Ces deux statiques résolvent les problèmes des sujets à prédominance musculaire unilatérale ou à grosse insuffisance musculaire hémicorporelle.

Elles utilisent en effet les meilleurs haubans du côté du membre inférieur sain. L'asymétrie des tensions d'haubanage est, hélas, importante et par là, les effets déviatoires. Il faut y ajouter le déséquilibre frontal du bassin propre à la station hanchée. Voyons ce qui se passe selon que la ligne de gravité tombe en avant ou en arrière de l'axe trans-coxo-fémoral de référence.

A la fig. 25 a, G est antérieur, à droite de l'axe médio-sacré mais en sub-aplomb du membre inférieur gauche. L'haubanage est donc postérieur gauche.

Le rachis est, dans ces conditions, sollicité globalement par l'action du long dorsal et de l'ilio-costal gauches. La courbure prolonge l'inclinaison de la plate-forme sacrée née de la bascule frontale du bassin – fig. 25 a, a' –. La courbure frontale du rachis peut être concave ou convexe du côté de l'haubanage. A la fig. 25 a, l'hémicorps droit étant chargé, une partie de la charge du corps est reportée vers la gauche et le rachis est concave du côté de l'haubanage postérieur. A la fig. 25 a', le rachis est convexe du côté de l'haubanage pour reporter une partie de la charge du corps vers la droite.

A la fig. 25 b, G est postérieur, à gauche pour le membre porteur, à droite en référence à l'axe médio-sacré. L'haubanage est donc antérieur gauche.

Le rachis lombaire est dans ces conditions sollicité électivement par les tractions psoïques gauches. La convexité est du côté du hauban prédominant, ici à gauche. La courbure lombaire est de sens inverse à celle de l'inclinaison sacrée née de la bascule frontale du bassin – fig. 25 b –.

La statique de L5 et de L4 est dès lors très perturbée par des sollicitations en sens inverse du sacrum et de L4 – cliché page 30.



QUEL FACTEUR DETERMINE LE CHOIX DU MODE D'ERECTION RACHIDIENNE ?

Pouvoir répondre à cette question serait intéressant puisqu'une tendance déviatoire peut naître du choix. Modifier ce dernier pourrait corriger ou limiter le cycle pathomécanique d'aggravation.

Nous savons que dix types de statiques existent, le bassin étant ou non à l'aplomb frontal de la base de sustentation pédestre. Il en existe de fait vingt puisque G peut être à gauche ou à droite.

Cinq facteurs sont susceptibles de déterminer le choix d'un de ces types d'érection rachidienne :

- la localisation de la ligne de gravité,
- les haubans en activité,
- la localisation des axes de référence,
- le mode d'appui pédestre,
- le schéma corporel intégré.

Ces cinq facteurs sont hélas d'intercorrélation multiple puisque chacun d'eux peut être la cause ou la conséquence du choix de la statique.

On comprend que Fick ait dit avec humour : « la statique est une affaire privée ». Il cachait ainsi la difficulté d'affirmer à tous coups l'origine du choix de la statique.

La distribution des charges corporelles segmentaires, née de la morphologie d'un sujet, est-elle la cause de la localisation fonctionnelle, antérieure ou postérieure ou latéralisée de sa ligne de gravité ?

Ou bien la prédominance ou l'insuffisance de tel ou tel hauban, antérieur ou postérieur, droit ou gauche, est-elle le facteur amenant le sujet à placer ses charges de manière à bénéficier de la suspension sur son meilleur hauban ?

Ou bien le type de statique provient-il de la localisation antérieure, postérieure ou latéralisée des axes de référence, localisation consécutive aux raideurs ou à une grande souplesse ?

La nécessité d'assurer ou d'accentuer l'appui sur l'un des membres inférieurs fixe-t-elle le choix pour la composante frontale de la statique ?

Enfin, tel ou tel schéma corporel a-t-il été intégré avec telle ou telle prédominance ?

Il est des cas où un des cinq facteurs semble bien être à l'origine du choix. Voyons.



_____ La morphologie corporelle comme facteur déterminant du choix du type d'érection rachidienne

a) Répartition des charges pondérales et choix du type de suspension sagittale.

Aux deux types de morphologies rachidiennes, à courbures accentuées ou à courbures effacées, correspondent deux types de répartitions des charges corporelles prédisposant aux deux types d'érections rachidiennes.

La suspension sagittale antérieure, consécutive à une localisation postérieure de la ligne de gravité, prédomine chez les sujets à courbures accentuées ; la suspension sagittale postérieure, consécutive à la localisation antérieure de la ligne de gravité, prédomine chez les sujets à courbures effacées.

Chez les sujets à courbures accentuées, l'antéversion du bassin et la lordose lombaire projettent le centre de gravité du segment abdominal vers l'avant – fig. 26 a –. Le renversement postérieur du tronc équilibre la situation en reculant fortement le centre de gravité du segment thoracique et scapulaire – G', fig. 26 a –. La résultante G se localise le plus généralement en arrière de l'axe trans-coxo-fémoral.

L'équilibre du corps s'effectue ainsi par mise en balance des charges abdominales et thoraciques. Il s'ensuit que, l'intensité de l'haubanage antérieur correspondant à la différence des charges, cette statique est donc économique.

L'image de cette statique est celle d'une charge fixe, la masse abdominale, et d'un segment mobile, le tronc en renversement postérieur, qui, par déplacements sagittaux, équilibre le corps sur la balance pelvienne. Les muscles psoas-iliaques suspendent l'ensemble. La charnière dorso-lombaire, niveau rachidien d'inversion entre les deux masses en équilibre, assure la répartition des charges sagittales – fig. 26 a –. Ceci explique les algies rachidiennes ressenties à ce niveau charnière chez les sujets à courbures accentuées.

Paradoxe gymnique, plus le rachis serpente, plus les bras de levier des charges abdominales et thoraciques s'allongent, et plus l'équilibre sagittal du balancier corporel est stable – fig. 26 a –.

Un déplacement sagittal plus grand est en effet autorisé avant que la ligne de gravité globale du corps ne passe de l'autre côté de l'axe de référence trans-coxo-fémoral. Sans être une bonne statique, ceci permet de comprendre pourquoi les sujets lourds ou peu musclés utilisent ce mode économique de suspension et d'équilibration.



Chez les sujets à courbures effacées, le peu d'antéversion du bassin et la lordose lombaire effacée n'avancent pas le centre de gravité du segment abdominal. Le renversement postérieur du tronc ne survient pas. Les bras de levier des charges segmentaires, abdominale et thoracique, sont courts puisque le serpentement rachidien est effacé – fig. 26 b –.

L'équilibration sagittale du corps par balancier et différence des charges ne peut s'utiliser. La ligne de gravité globale est généralement antérieure. L'essentiel des masses corporelles se localise en effet en avant de l'axe de référence trans-coxo-fémoral.

L'haubanage est postérieur. L'équilibration s'effectue ici par déplacement global du corps autour de la charnière lombo-sacrée, non, comme chez les sujets à courbures accentuées, autour de la charnière dorso-lombaire. Ceci explique les bombalgies accentuées, autour de la charnière dorso-lombaire. Ceci explique les lombalgies localisées au carrefour lombo-sacré chez ces sujets. L5 est d'ailleurs beaucoup plus mobile chez les sujets à courbures effacées que chez les autres.

La répartition morphologique des charges corporelles segmentaires peut donc constituer le facteur déterminant ou le facteur prédisposant du type d'érection rachidienne.

L'aspect économique que présente la statique en suspension antérieure peut être un autre facteur de choix pour répondre à des charges élevées et économiser l'activité des haubans.

Certains sujets à ligne de gravité antérieure changent de statique pour cette raison lorsqu'ils portent un corset plâtré. Ils localisent leur ligne de gravité en arrière de l'axe trans-coxo-fémoral et se placent en suspension antérieure. Cette statique, en supprimant l'activité antidéviatoire des érecteurs du rachis, engendre des conditions peu favorables à la rigidification du rachis.

Il arrive que ce même mécanisme d'inversion du type de statique survienne lors du placement d'une prothèse du membre supérieur. Les modifications de la statique ne touchent toutefois pas ici uniquement le plan sagittal mais aussi le plan frontal puisque l'augmentation de charge est unilatérale.

De ce qui précède, on peut conclure que l'ampleur du renversement postérieur du tronc est proportionnel au déséquilibre antérieur du segment abdominal.

En musclant la sangle abdominale, les viscères reculent. Le centre de gravité du segment abdominal ayant un moment plus court, le segment thoracique doit revenir vers l'avant pour ramener l'équilibre – fig. 26 c –. La cyphose dorsale s'en trouve réduite.

Placer les mains derrière le dos réduit également l'ampleur du renversement postérieur du tronc puisque la charge apportée vers l'arrière autorise le segment thoracique à revenir vers l'avant.

Les sujets obèses utilisent souvent ce mécanisme pour limiter leur renversement postérieur du tronc.

La chute vers l'avant des épaules reporte de la charge vers l'avant. Le renversement postérieur du tronc doit donc s'accroître pour ramener l'équilibre sagittal.

Muscler les interscapulaires et les grands dentelés limite donc le renversement postérieur du tronc en reculant les masses scapulaires – fig. 26 d –. Le mécanisme est inverse chez les sujets à ligne de gravité antérieure.

Ce qui précède apporte des informations quant à la manière d'influencer la localisation des réactions d'haubanage et le placement d'équilibration des segments corporels.

b) Répartition des charges pondérales et choix de la suspension frontale droite ou gauche.

Rares sont les sujets dont la ligne de gravité est médiane dans le plan frontal. G est à gauche ou à droite, le plus généralement à gauche. L'hémicorps gauche est pourtant souvent moins lourd que le droit. La musculature plus puissante, donc plus lourde, du membre supérieur droit bénéficie en plus d'un grand levier frontal. La localisation de G à gauche ne peut donc provenir que du déplacement latéral vers la gauche d'une partie de la charge thoracique. Nous pensons que l'inflexion latérale gauche du rachis dorsal, ce que l'on appelle habituellement la « scoliose dorsale droite physiologique » vient de la nécessité de reporter vers la gauche l'excédent de charge droite.

Il ne semble donc pas que l'inégalité anatomique des charges pondérales, droite et gauche, soit le facteur déterminant du choix de la statique frontale. Quand le déséquilibre s'accroît, la charge semble toutefois influencer les choix frontaux.

Ainsi un sujet manchot à droite est-il généralement en suspension frontale à droite. Si une prothèse est placée, le poids de la prothèse tend à rééquilibrer frontalement les charges. Deux types de réponses de suspension frontale s'observent alors selon que le sujet maintient sa suspension frontale droite ou en change. La première statique, en suspension droite, ne peut être poursuivie que si une translation de charge thoracique s'effectue vers la gauche. Dans le second cas, c'est le poids de la prothèse qui détermine l'inversion du mode de suspension frontale. A moins que le sujet n'y ajoute la suspension antérieure économique.

L'apport unilatéral d'une charge peut donc influencer la statique frontale du rachis.

C'est ce que montrent les photos et radiographies des pages 30, 32 et 34. L'accentuation de l'activité unilatérale des haubans postérieurs par charge antérieure contre-latérale corrige ici la déviation. Nous y reviendrons.

La qualité des haubans comme facteur déterminant du choix du type d'érection rachidienne

L'absence partielle de haubans fonctionnels, l'insuffisance ou la prédominance de certains haubans sont trois aspects susceptibles d'influencer ou de décider d'un choix d'érection rachidienne.

L'absence partielle de haubans fonctionnels correspond le plus généralement à des pathologies du type paralytique ou parétique, situation qui oblige à l'utilisation, sagittale ou frontale, des haubans opposés.

C'est le sujet paralysé des abdominaux qui se suspend sur ses dorsaux, projetant l'abdomen vers l'avant sans réaliser de réel renversement postérieur du tronc—fig.27a—.

C'est le sujet paralysé des muscles du plan dorsal qui se suspend sur ses psoas-iliaques et abdominaux par une statique en renversement postérieur important du tronc. La lordose lombaire provient ici de la traction psoïque — fig. 27 b —.

Quand la paralysie ou la parésie est unilatérale, chez l'hémiplégique par exemple, la statique sagittale est le plus généralement de suspension antérieure — statique économique —. Quant à la statique frontale, elle varie. L'appui du pied prédominant peut être iso- ou controlatéral à la suspension frontale, selon qu'il y a ou non translation latérale importante du bassin — station hanchée, fig. 25 a, b —.

L'hypotonie musculaire peut décider du choix.

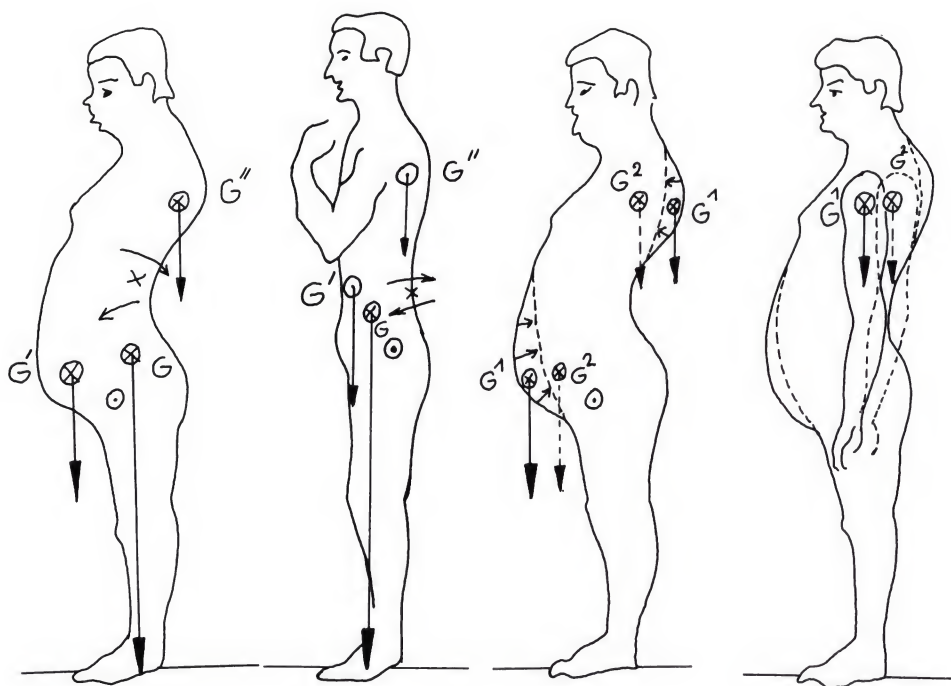
L'enfant du type cinétique change souvent de type d'érection rachidienne au cours d'une période de forte croissance, période d'insuffisance musculo-ligamentaire. Il choisit la statique économique en suspension sur sa musculature abdominale. Il répartit ses charges par serpentement de chaque côté de son axe trans-coxo-fémoral. Dans ce cas, muscler d'emblée les abdominaux, surtout par flexion associée des membres inférieurs — psoas — est une erreur. Il faut au préalable retonifier électivement le plan postérieur afin de lui redonner la prédominance. Si l'on n'agit de cette façon, on invite à la prolongation de la statique de suppléance en accentuant la prédominance abdomino-psoïque.

La nette prédominance d'un hauban musculaire peut aussi déterminer ou influencer le choix de la statique.

La suspension dorsale droite chez les droitiers du type cinétique en est un exemple. La déviation scoliotique physiologique dorsale droite dont nous avons déjà parlé s'explique en effet par le besoin d'utiliser plus particulièrement la musculature droite prédominante.

Cet aspect frontal est moins caractéristique chez les sujets du type statique.

Le membre inférieur gauche assure en effet souvent un rôle porteur tandis que le membre inférieur droit est dynamique. Il n'empêche que la prédominance psoïque unilatérale existe. Cette prédominance est parfois fonctionnelle. Elle dépend du membre inférieur choisi pour électivement assurer l'appui et de l'habitude du hancher. On remarque aussi que les sujets du type cinétique ayant une forte musculature abdominale tendent à s'y suspendre lors des périodes de repos.

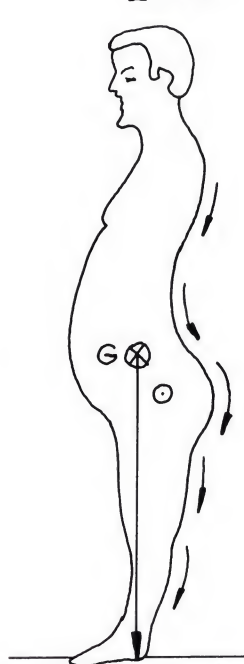


26a

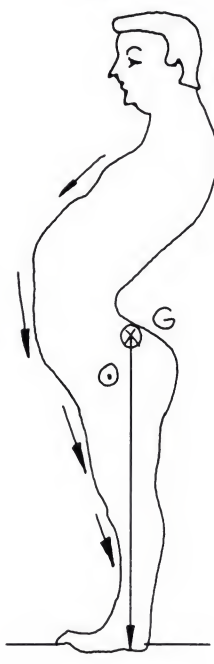
26b

26c

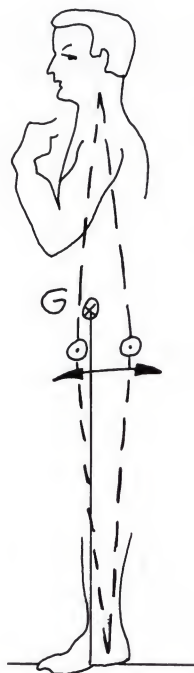
26d



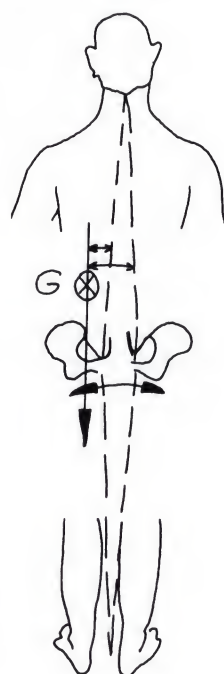
27a



27b



28a



28b

Dernière remarque, la musculation des abdominaux réalisée par flexions résistantes des cuisses ou par flexions du tronc sur les cuisses (sit-up) fortifie nettement les psoasiliaques, ce qui accentue la tendance fonctionnelle à la suspension antérieure par prédominance antérieure. Il peut donc exister non seulement une réelle insuffisance du plan dorsal mais une insuffisance relative par prédominance du plan antérieur.

Dans la pratique, il faut toujours rechercher par le testing musculaire s'il n'y a pas prédominance d'un des quatre haubans quand l'un des pieds est nettement plus chargé que l'autre ou quand l'axe médio-sacré est latéralisé.

Ce sont en effet là les deux signes de l'activité élective d'un hauban controlatéral à la charge ou isolatéral à la charge – station hanchée –.

La localisation des axes de référence comme facteur déterminant du choix du type d'érection rachidienne

Le type de statique sagittale du rachis est influencé par la localisation sagittale de l'axe trans-coxo-fémoral.

Avancer ou reculer le bassin en position debout inverse l'haubanage sagittal – fig. 28 a –.

G tombe, en moyenne fonctionnelle, à l'aplomb des articulations de Chopart. Tout déplacement sagittal important, en avant ou en arrière, de l'axe trans-coxo-fémoral par rapport aux articulations de Chopart décide du type d'érection globale du rachis. Contrôler si les hanches sont à l'aplomb sagittal des articulations de Chopart – fig. 28 a permet donc de supputer le mode de suspension sagittale. Le contrôle de l'activité d'haubanage permet de savoir s'il y a concordance.

L'intensité des réactions d'haubanage étant proportionnelle au hors-aplomb sagittal de G, la localisation sagittale de l'axe trans-coxo-fémoral décide donc de la qualité, économique ou non, de la statique d'un sujet.

Replacer l'axe trans-coxo-fémoral en meilleur aplomb sagittal des articulations de Chopart peut, sur le plan de la déviation rachidienne, s'avérer nécessaire quand G est postérieur. La laxité ou la raideur des hanches, des genoux et des pieds et l'état des muscles contrôlant ces articulations décident de la verticalisation des membres inférieurs et par là de la localisation sagittale de l'axe trans-coxo-fémoral. Pour améliorer l'aplomb pied-hanches, la tonification de cette musculature ou l'assouplissement de ces articulations s'indique parfois.

La localisation frontale de l'axe de référence médio-sacré influence le type de suspension frontale, gauche ou droite, du rachis.

Le déplacement frontal du bassin controlatéralement à G intensifie les activités de l'haubanage frontal puisque le moment de G grandit – fig. 28 b –.

C'est là un moyen d'accentuer unilatéralement l'activité musculaire – gymnastique de musculation –.

Le déplacement frontal du bassin isolatéralement à G réduit l'asymétrie d'activité de l'haubanage frontal ou inverse la suspension frontale – gymnastique de correction statique –.

Comme pour le plan sagittal, les conditions articulaires des hanches, pieds et genoux influencent la localisation de l'axe médio-sacré. Muscler les abducteurs et les adducteurs influence la localisation de l'axe médio-sacré puisque ces muscles sont les stabilisateurs frontaux du bassin. Ils peuvent répondre aux forces perturbantes nées de la latéralisation de G.

—— Le membre inférieur principalement porteur comme facteur déterminant du choix du type d'érection rachidienne

Le besoin de donner un appui fonctionnel prédominant à l'un ou l'autre membre inférieur influence la statique frontale du rachis par déplacement de G vers le membre portant.

C'est le cas de tous les sujets présentant une insuffisance articulaire ou musculaire de la hanche, du pied ou du genou ou, comme chez l'hémiplégique, de l'ensemble du membre inférieur.

S'il n'y a pas translation latérale du bassin, c'est le hauban, antérieur ou postérieur, opposé au pied chargé qui travaille – fig. 17-18 – ; si le bassin réalise une translation latérale controlatérale à G, c'est le hauban situé du côté du membre portant qui est en activité de suspension frontale prédominante – station hanchée – fig. 25 a, b –.

—— Le schéma corporel intégré comme facteur déterminant du choix du type d'érection rachidienne

Il faut longtemps pour rééduquer la statique d'un sujet ayant intégré de mauvaises habitudes. En dehors de l'éducation, il faut aussi jouer sur la puissance musculaire élective d'un hauban – équilibration par musculation du groupe faible –.

Sur le plan de l'éducation statique, c'est dans tous les cas en donnant au sujet la connaissance de la position de son corps en référence aux deux axes, trans-coxo-fémoral et médio-sacré, qu'il faut agir. Aussi en lui donnant la notion des appuis sur chaque pied.

Nous ne croyons donc pas qu'il faille apprendre au sujet à se tenir « bien droit » en se référant à la verticale. C'est là un aspect esthétique et euclidien qui n'apporte rien au sujet quant à la connaissance de sa physiologie rachidienne. Il apprendra plutôt à savoir et à sentir s'il est suspendu par la musculature du dos ou celle du ventre, du côté gauche ou du côté droit, intensément ou peu, symétriquement ou asymétriquement. La correction frontale du bassin, parfois la correction sagittale, devront être envisagées.

— Synthèse : facteurs prédisposant à un type de statique

Prédisposition à une statique en suspension antérieure.

- La morphologie rachidienne à courbures accentuées.
- La charge pondérale élevée
- La station debout prolongée
- L'insuffisance musculaire du plan postérieur
- La prédominance musculaire antérieure
- La position avancée de l'axe trans-coxo-fémoral en référence à l'axe transversal joignant les articulations de Chopart.

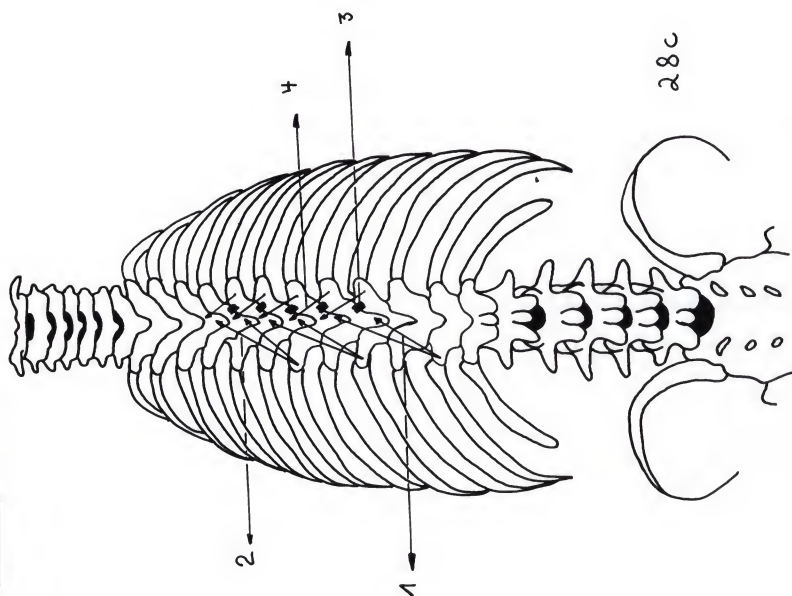
Prédisposition à une statique en suspension postérieure

- La morphologie rachidienne à courbures effacées
- La prédominance musculaire postérieure
- La position reculée de l'axe trans-coxo-fémoral en référence à l'axe transversal joignant les articulations de Chopart.
- Les activités cinétiques, les élévations sur la pointe des pieds.

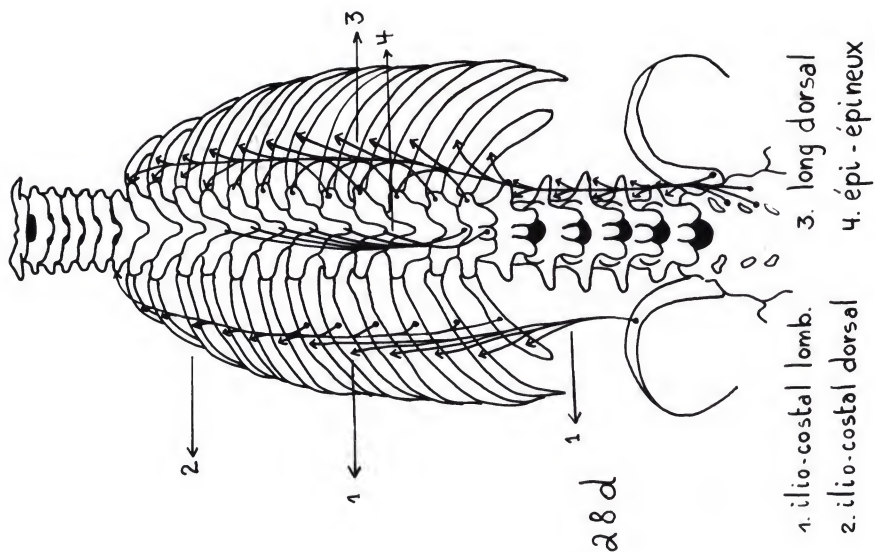
Prédisposition à l'asymétrie de suspension frontale.

- L'asymétrie fonctionnelle ou dysmorphique des charges corporelles, c'est-à-dire la latéralisation de G et par là l'agrandissement de son moment de référence à l'axe médio-sacré et rachidien.
- La déficience ou la prédominance unilatérale d'un hauban, antérieur ou postérieur.
- La latéralisation du bassin.
- La prédominance d'appui pédestre unilatéral : intensification frontale iso- ou contro-latérale.
- L'inégalité de longueur des membres inférieurs.
- L'insuffisance ou l'asymétrie de puissance des muscles stabilisateurs frontaux du bassin – abducteurs et adducteurs des hanches –.

Transversaire épineux



- 1. multifide
- 2. demi-épineux
- 3. court rotateur
- 4. long rotateur



- 1. ilio-costal lomb.
- 2. ilio-costal dorsal
- 3. long dorsal
- 4. épi-épineux

LES MUSCLES POSTERIEURS DU TRONC

Sur le plan fonctionnel, nous avons divisé les muscles postérieurs en muscles haubans (ilio-costal, long dorsal, épi-épineux) et en muscles de l'étage (transversaire épineux, interépineux, inter-transversaire).

Les muscles haubans

Ilio-costal (fig. 28 d)

a) lombaire : prend naissance sur la lèvre externe des crêtes iliaques et se fixe sur l'angle postérieur des dernières côtes (de la 7^e à la 12^e).

b) dorsal : issus des côtes 7 à 12, près de l'angle postérieur, ses faisceaux s'insèrent sur les 6 premières côtes et sur l'apophyse transverse de C 7.

Long dorsal (fig. 28 d)

Issu du sacrum, de la crête sacrée et des apophyses transverses des vertèbres lombaires, il se fixe sur le bord inférieur des côtes et sur les apophyses transverses des vertèbres dorsales.

Epi-épineux (fig. 28 d)

L'épi-épineux de la région dorsale naît des apophyses épineuses des dernières vertèbres dorsales et s'insère sur les apophyses épineuses des vertèbres dorsales D3 à D9.

Actions communes

- 1) Haubanage du tronc dans le plan sagittal lorsque G est situé en avant de l'axe TCF.
- 2) Inclinaison isolatérale du tronc.
- 3) Rotation isolatérale de la colonne (pour l'ilio-costal et le long dorsal).

Les muscles de l'étage

Transversaire épineux

Muscle composé de quatre ou cinq faisceaux qui, au départ d'une apophyse transverse, vont se fixer sur l'apophyse épineuse des quatre ou cinq vertèbres sus-jacentes (fig. 28 c).

Nomenclatures comparées de ses différents faisceaux :

Rouvière :	(1) court lamellaire	Testut	(1)	rotateurs
	(2) long lamellaire	Vandervael	(2)	
	(3) court épineux		(3)	multifide
	(4) long épineux		(4)	1/2 épineux

Même conception chez Morris, Benner et Lucas – voir travaux d'électromyographie.

A LA RECHERCHE DE LA PERSONNALITE FONCTIONNELLE DES DIFFERENTS MUSCLES PARTICIPANT A L'ERECTION RACHIDIENNE

Nous avons étudié les principes des diverses réactions théoriques des haubans contrôlant le rachis. Nous venons d'en préciser certains aspects anatomiques.

Avant de tenter d'engendrer des activités correctrices, il serait réaliste d'approcher la personnalité fonctionnelle des différents muscles participant à l'érection rachidienne, c'est-à-dire de savoir quand, à quelles occasions, lors de quels mouvements et de quelle manière tels ou tels muscles agissent ou s'abstiennent d'agir.

Personnalité fonctionnelle des muscles du plan postérieur

Pour les muscles du plan postérieur, nous nous reporterons aux travaux de J.M. Morris, Gordon Benner et D.B. Lucas – biblio – consacrés à l'étude électromyographique des muscles intrinsèques du dos chez l'homme. Ils présentent une étude analytique des muscles du plan postérieur, muscles haubans mais aussi muscles commandant électivement l'étage vertébral.

Nous nous permettrons d'interpréter les enregistrements que ces auteurs ont publiés de manière à les envisager en tenant compte des mécanismes de la pince ouvrière.

Cinq hommes adultes ont fait l'objet des enregistrements de J.M. Morris, Gordon Benner et Lucas. Le type de statique propre à chacun des sujets d'expérience n'a hélas pas été précisé.

Les muscles étudiés sont : le long dorsal, l'ilio-costal dorsal et lombaire, le multifide ou court épineux, les rotateurs ou courts et long lamellaires. Trois des faisceaux du transversaire épineux sont donc observés sur le plan fonctionnel, muscles dont les activités touchent électivement l'étage vertébral.

premier enregistrement : activités musculaires en position debout, au repos

Le tracé électromyographique obtenu dans cette position ne figure pas dans l'article des auteurs précités. Le texte précise néanmoins que le long dorsal montrait une activité continue, de légère à modérée, chez tous les sujets, mais que ce muscle devenait inactif lorsque le dos était en extension complète, non forcée. Les rotateurs étaient continuellement actifs chez tous les sujets, sauf chez un pour lequel l'enregistrement montrait une activité périodique. On trouvait facilement une position de repos pour l'ilio-costal dorsal et lombaire et pour le multifide, bien que ces muscles «soient devenus» périodiquement actifs lorsque le sujet se laissait légèrement aller vers l'avant.

Nous concluons de ce qui précède que le long dorsal est le hauban préférentiel de la suspension sagittale postérieure.

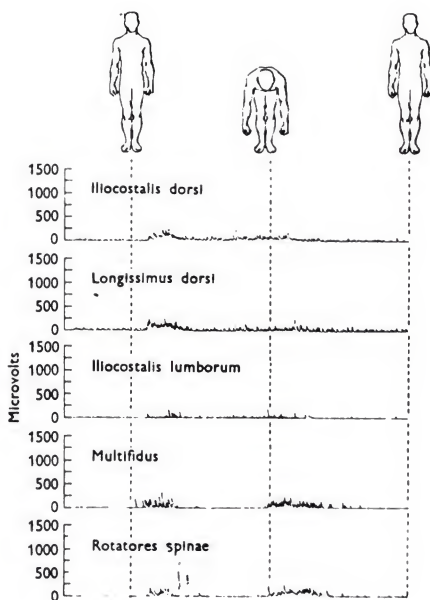
Il intervient dès que G passe en sub-aplomb antérieur. Les enregistrements 29 a et b montrent cette activité en début d'enregistrement. Il devient silencieux dès que G est en sub-aplomb postérieur. Quant à l'ilio-costal, tant dorsal que lombaire, son silence quand G est en sub-aplomb antérieur ou en localisation postérieure et sa réponse lorsque G passe en hors-aplomb antérieur montrent qu'il est un hauban de réserve du long dorsal pour la suspension sagittale postérieure.

Quant au transversaire épineux, les auteurs affirment que, en position debout, les rotateurs étaient continuellement actifs chez tous les sujets sauf chez un pour lequel l'enregistrement montrait une activité périodique.

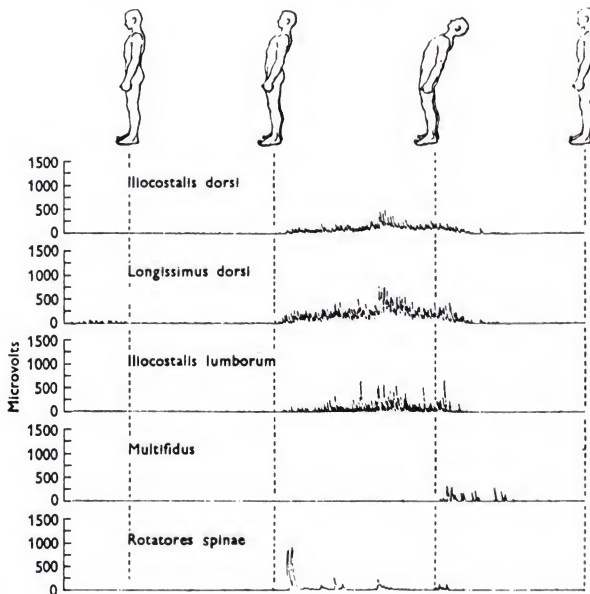
Les différents enregistrements des fig. 29 montrent cependant que les rotateurs sont très peu actifs en position debout stabilisée.

Les rotateurs sont en tout cas plus actifs chez les sujets à ligne de gravité antérieure que chez ceux à ligne de gravité postérieure. La disparition de l'activité de ces muscles survient certes dès que G passe en sub-aplomb postérieur. Quant au silence du multifide – court épineux – et sa réponse lorsque le sujet se laisse légèrement aller en avant, cela correspond à une activité excentrique de contrôle de l'antérobascule de l'étage vertébral.

L'étude biomécanique de l'étage vertébral nous montrera ultérieurement que le transversaire épineux stabilise et verrouille la vertèbre. La qualité du contrôle de l'étage vertébral par la vigilance musculaire est donc meilleure chez les sujets à ligne de gravité antérieure que chez ceux à ligne de gravité postérieure.



29a



29b

deuxième enregistrement : activités musculaires lors de la flexion du tronc en avant et retour

Pendant la flexion du tronc, tous les muscles enregistrés sont actifs. Lors du maintien de la position, le multifide et les rotateurs deviennent peu actifs ou inactifs – fig. 29a –. Chez tous les sujets, une forte réduction de l'activité de tous les muscles s'observait en flexion terminale. Chez un des sujets, même, tous les muscles enregistrés étaient inactifs.

Ce dernier fait avait déjà été observé et décrit par Floyd et Silver en 1951 – biblio –. La flexion terminale du tronc est ainsi assurée par la tension capsulo-ligamentaire et la résistance visco-élastique du muscle.

Au retour vers la position debout, tous les muscles, haubans et muscles de l'étage vertébral, entrent en activité – fig. 29a –.

Une observation plus attentive du tracé montre que les rotateurs et le multifide travaillent d'une façon moins prolongée que les haubans. Leur silence survient avant la fin du redressement du tronc. L'activité des rotateurs disparaît d'ailleurs avant celle du multifide.

troisième enregistrement : activités musculaires lors de la chute arrière du tronc suivie d'une hyperextension du rachis puis retour à la position initiale

Lors de la chute du tronc vers l'arrière par extension des hanches, tous les muscles enregistrés sont quasi inactifs. La force gravitaire agit. Lors de l'hyperextension, le long dorsal, l'ilio-costal et les rotateurs passent en intense activité tandis que le multifide reste muet.

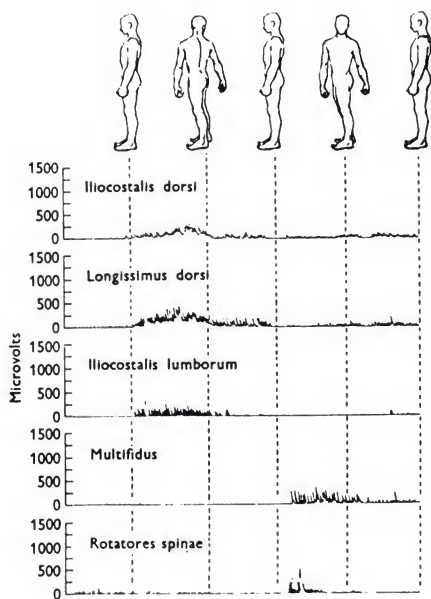
L'analyse chronologique des activités montre que les rotateurs entrent en intense et brusque activité alors que le long dorsal et l'ilio-costal abordent seulement leur contraction.

Le mode de contraction des rotateurs est également très caractéristique. Il y a une première bouffée intense et brusque suivie de bouffées de niveaux moindres – fig. 29 b –.

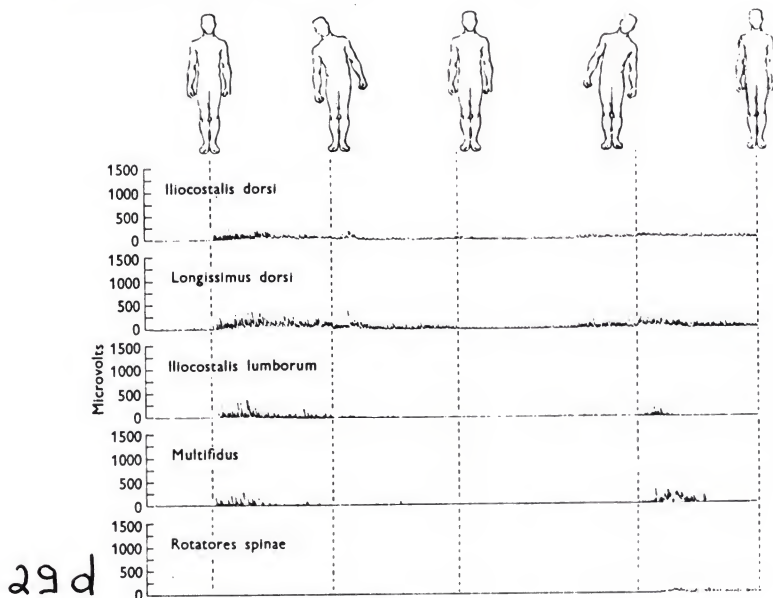
Tout se passe comme si les rotateurs réalisaient l'extension de chaque étage vertébral puis laissaient aux haubans le soin de maintenir l'arc en place par la tension de sa corde.

Cette observation est essentielle car elle définit, pour le court et le long lamellaire, ce que doit être le mode d'activité gymnique lors de leur musculation.

Nous constaterons ultérieurement que les rotateurs coaptent les facettes des apophyses articulaires au cours du travail de pince ouvrante. L'activité précoce des courts



29c



29d

rotateurs correspond donc au verrouillage de l'étage vertébral par ces muscles avant que les haubans ne sollicitent globalement le rachis.

Lors du retour à la position initiale, les enregistrements électromyographiques montrent une activité musculaire en deux temps. Le premier temps correspond au relâchement progressif des haubans et des rotateurs. Le deuxième temps correspond à l'activité du multifide. Cette dernière activité survenant lors du relâchement de l'hyper-extension rachidienne et du redressement du rachis, est donc une activité excentrique. Le multifide contrôle donc l'antérobascule de l'étage vertébral, contrôle allant de l'imbrication sub-maximale d'extension des apophyses articulaires à la position neutre d'habitation. Cette manière d'agir du multifide se retrouve régulièrement dans tous les enregistrements lorsque le contrôle de l'ampleur de l'antérobascule de l'étage vertébral doit être assuré.

quatrième enregistrement : activités musculaires lors de la position debout, rotation à droite, puis à gauche, en position debout

Les enregistrements sont pris uniquement à droite. Le long dorsal et l'ilio-costal, dorsal et lombaire, sont actifs pendant la rotation isolatérale. Le multifide et les rotateurs sont actifs lors de la rotation controlatérale. Selon les auteurs, le long dorsal est particulièrement actif. Ceci correspond à la physiologie classique de la rotation du tronc. Le long dorsal et l'ilio-costal tournent en effet le tronc de leur côté, tandis que le multifide et les rotateurs sollicitent les vertèbres sus-jacentes en rotation controlatérale – fig. 29 c –.

L'efficacité des différents faisceaux de ces muscles varie selon leur obliquité.

Deux observations complémentaires peuvent être tirées des enregistrements électromyographiques.

La première concerne le mode d'activité des rotateurs – courts et longs lamellaires – du côté opposé à la rotation – fig. 29 C –.

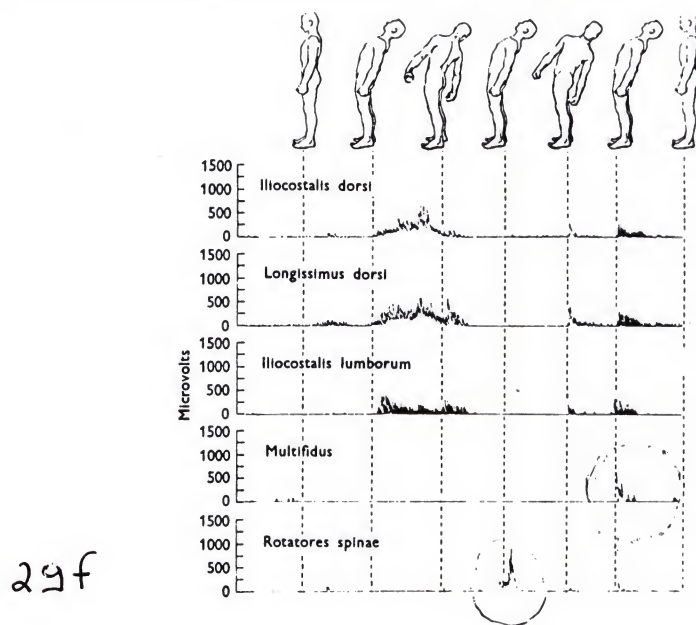
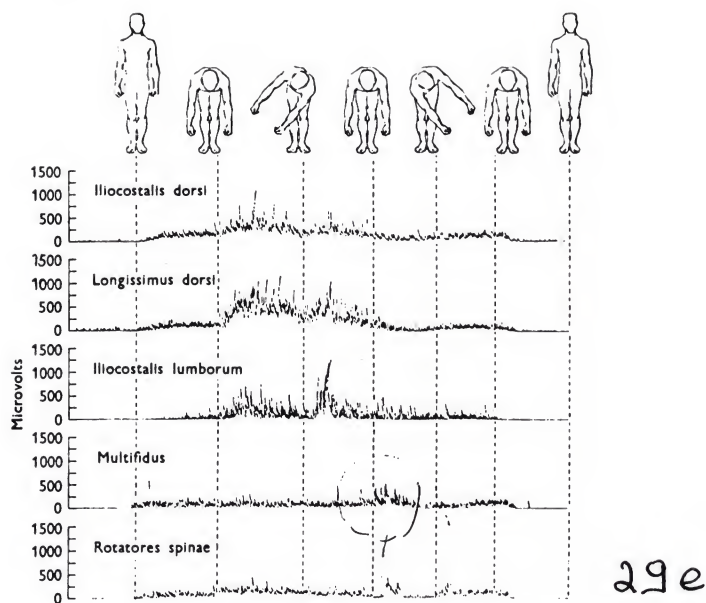
L'activité des rotateurs de la vertèbre est précocément intense, mais elle s'effectue par bouffées. Le silence musculaire survient bien avant la fin du mouvement de rotation, avant la cessation des activités du multifide.

Les rotateurs lancent donc le mouvement de rotation de la vertèbre – fig. 29 c –, mais leur activité ne se poursuit pas.

L'activité gymnique de ces faisceaux musculaires devra tenir compte de ce mode de contraction. Elle consistera en des contractions courtes effectuées en bouffées.

La deuxième observation concerne le multifide – fig. 29 c –.

Il est rotateur controlatéral mais il contrôle aussi le retour de la rotation du tronc par une activité excentrique prolongée, ce que ne font pas les rotateurs. Le long dorsal et l'ilio-costal assurent légèrement la même activité excentrique lors du retour du tronc.



cinquième enregistrement :
activité musculaire lors de l'inclinaison du tronc
à droite et à gauche en position debout

Les enregistrements sont pris uniquement à droite.

L'inclinaison latérale a été réalisée au mode dynamique puisque l'enregistrement montre une activité intense du long dorsal, de l'ilio-costal et du multifide du côté de l'inclinaison latérale – fig. 29 d –. Les rotateurs restent muets.

Du côté opposé à l'inclinaison, la suspension frontale est essentiellement assurée par le long dorsal, accessoirement par l'ilio-costal. Les rotateurs et le multifide sont silencieux.

Lors du mouvement de retour se manifestent l'activité du long dorsal et, d'une façon moindre, celles de l'ilio-costal et du multifide. Les rotateurs restent silencieux.

Il est important de constater que les rotateurs ne participent pas à l'inflexion latérale, ni à la suspension frontale, ni au retour de l'inflexion latérale.

Cela signifie que l'exercice gymnique d'inflexion latérale du rachis réalisée dans un plan frontal strict, ne fait pas travailler les rotateurs, c'est-à-dire les muscles moteurs de la pince ouvrière en activité unipodale.

La correction du rachis scoliotique par l'inflexion latérale ne déclenche donc pas, au niveau de l'étage vertébral, l'expansion controlatérale d'origine musculaire.

Le multifide participe ici à l'inflexion latérale et au redressement – fig. 29 d –. Nous verrons ultérieurement que cette action ne se manifeste pas dans l'inclinaison latérale réalisée à partir de l'extension du rachis.

Les grands haubans, particulièrement le long dorsal, sont infléchisseurs isolatéraux et redresseurs du rachis dans le plan frontal.

Cela correspond aux données de la physiologie classique.

sixième enregistrement :
activités musculaires lors de l'inclinaison avant du tronc à 90°,
et dans cette position, rotation du tronc à droite et à gauche
et retour

Les enregistrements sont pris uniquement à droite.

Les activités de suspension sagittale du tronc s'observent dans les quatre muscles pendant l'inclinaison du tronc. Ceci a été étudié au 2e enregistrement – fig. 29 a –.

La rotation voit s'intensifier l'action du long dorsal et de l'ilio-costal dorsal et lombaire du côté de la rotation. De ce même côté, l'activité de suspension sagittale des rotateurs et du multifide persistent sans plus.

Du côté opposé à la rotation, les activités de suspension du long dorsal et de l'ilio-costal persistent sans plus, tandis que les rotateurs et le multifide, qui sont des rotateurs controlatéraux, intensifient fortement leurs activités – fig. 29 e –.

On observe une brusque bouffée d'activité des rotateurs au début du mouvement, comme si leur action était de lancer le mouvement puis de se relâcher au point d'atteindre un niveau d'activité moindre qu'en position de départ en suspension postérieure. Cela sous-entend que les haubans rotateurs poursuivent le mouvement et maintiennent la position.

Une activité intense persiste dans le multifide.

L'effet de starter des rotateurs se retrouve ici, ainsi que l'action prolongée du multifide. Les rotateurs étant coaptateurs apophysaires du côté opposé au mouvement de rotation, cet aspect de fixation de l'appui apophysaire va s'avérer très important pour déclencher des activités de pince ouvrante unipodale.

Le retour du mouvement s'effectue sous le contrôle des quatre muscles.

septième enregistrement :
activités musculaires lors de la rotation du tronc à droite et à gauche à partir de la position debout, tronc incliné en arrière

Les enregistrements sont pris uniquement à droite.

La rotation du tronc à droite montre la contraction simultanée du long dorsal et de l'ilio-costal droits. La rotation à gauche montre la contraction des rotateurs droits. Dans les deux cas, le multifide reste silencieux.

Deux observations essentielles sont à retenir : la très forte activité en bouffées des rotateurs en tout début de rotation et leur arrêt précoce – fig. 29 f – ; l'absence d'activité du multifide comme rotateur vertébral en position d'extension.

Ceci confirme le multifide dans son action de contrôleur et de limitateur de l'antérobascule de la vertèbre. C'est ce que l'on constate dans le présent enregistrement lorsque le tronc revient de la position d'extension à la position de référence.

Le retour du mouvement de rotation s'effectue sous le contrôle du long dorsal, de l'ilio-costal et du multifide en activités excentriques.

huitième enregistrement : activités musculaires lors de l'inclinaison du tronc en avant jusqu'à l'horizontale, suivie d'inclinaison latérale à droite et à gauche et retour en position debout

Les enregistrements sont pris uniquement à droite – fig. 29 g –.

L'inclinaison latérale droite accentuée, à droite, l'activité du long dorsal et de l'ilio-costal. A ce moment, les activités de suspension sagittale des rotateurs et du multifide tendent plutôt à diminuer.

Dans la position tronc incliné en avant, le multifide n'est donc pas infléchisseur latéral du rachis. Il en est de même des rotateurs pour lesquels nous avons déjà fait cette observation lors de l'inflexion latérale du tronc en position debout. On peut dès lors se demander si le multifide, qui enregistrerait lors de l'inflexion latérale en position debout, n'assurerait pas simplement des activités de contrôle de l'antérobascule de la vertèbre, activités répondant à l'action de flexion du rachis par les abdominaux.

L'exercice gymnique d'inflexion latérale est donc inefficace pour faire travailler activement la pince ouvrière au mode unipodal puisque ni le multifide, ni les rotateurs ne participent au mouvement. Nous avons déjà fait cette remarque pour les rotateurs.

neuvième enregistrement : activités musculaires lors de la chute postérieure du tronc suivie d'inclinaison latérale à droite et à gauche

Les enregistrements sont pris uniquement à droite – fig. 29 h –.

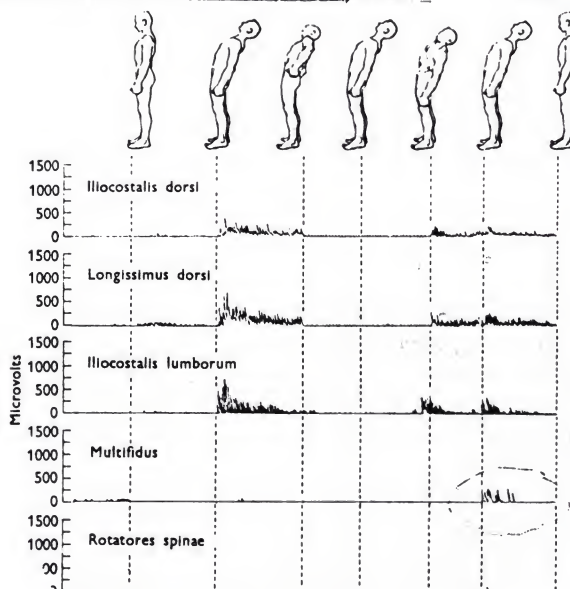
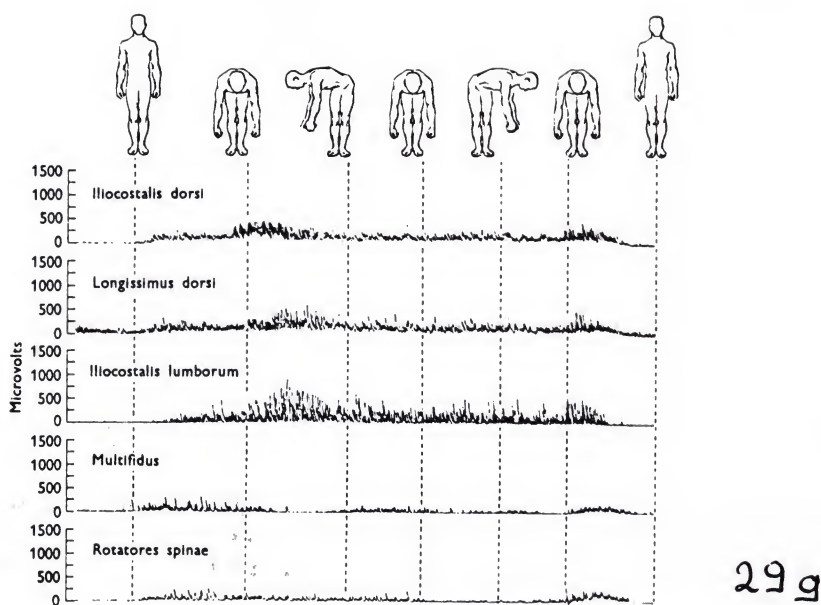
Ils montrent que le long dorsal et l'ilio-costal droits assurent l'inflexion latérale. Ceci prouve que le mouvement est réalisé au mode dynamique et qu'il n'est pas uniquement contrôlé par la musculature latérale gauche.

Les rotateurs et le multifide sont muets, ce qui confirme leur non participation aux activités frontales.

Lors du retour, une certaine activité de vigilance persiste dans le long dorsal et l'ilio-costal, activité qui se poursuit pour assurer la suspension frontale pendant l'inclinaison du côté opposé.

Les rotateurs restent silencieux pendant toute l'inflexion controlatérale et lors du retour.

L'activité de contrôle global du redressement du rachis s'observe dans le long dorsal et l'ilio-costal, celle du contrôle de l'étage dans le multifide.



Synthèse de la personnalité fonctionnelle des muscles du plan postérieur

Personnalité fonctionnelle des haubans long dorsal et ilio-costal

Fonctions des haubans dans le plan sagittal

Le long dorsal a une action préférentielle de contrôle de la verticalité du rachis lorsque la suspension est postérieure. L'ilio-costal a une fonction semblable mais de réserve.

Les deux muscles intensifient leurs actions lors de la flexion du tronc. Ils cessent ou réduisent leurs activités en flexion terminale. Le tronc est alors suspendu par la tension visco-élastique des muscles, celle des manchons capsulo-ligamentaires et par la pression viscérale. Le redressement du tronc intensifie bilatéralement l'activité dans les deux muscles.

La chute postérieure du tronc inhibe les deux haubans. Le retour du mouvement s'effectue sous le contrôle de ces muscles en activité excentrique.

Conclusion/La fonction sagittale symétrique du long dorsal et de l'ilio-costal dorsal contrôle l'inclinaison antérieure du rachis, assure sa reverticalisation, son extension active et le contrôle du retour à la position de référence. Sur le plan gymnique, ce sont donc bien des redresseurs sagittaux du rachis, des anti-cyphose.

Fonctions des haubans dans le plan frontal

Le long dorsal et l'ilio-costal inclinent le rachis de leur côté, quelle que soit la position initiale de ce dernier : verticale, horizontale, en extension.

Ils réalisent le retour de l'inflexion controlatérale dans ces mêmes conditions.

Ils assurent controlatéralement des activités de contrôle du retour de l'inflexion latérale.

Conclusion/La fonction frontale des haubans est donc d'incliner le rachis de leur côté, de le reverticaliser ou d'empêcher sa chute controlatérale. Une asymétrie d'activité peut donc déterminer la déviation frontale, ou la correction gymnique de l'ensemble du mât rachidien. Les radiographies de la page 34 montrent que l'action touche bien l'ensemble du rachis.

Fonctions des haubans dans le plan horizontal

L'activité unilatérale du long dorsal et de l'ilio-costal détermine la rotation du rachis de leur côté. Ils en contrôlent le retour. Ces observations sont réalisées quelle que soit la position du rachis : verticale, horizontale ou en extension.

La prédominance unilatérale d'un hauban postérieur tend donc à tordre le rachis de son côté.

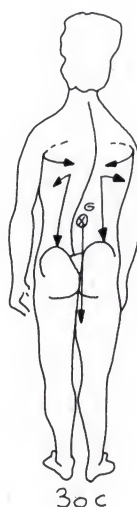
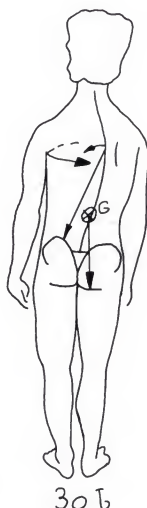
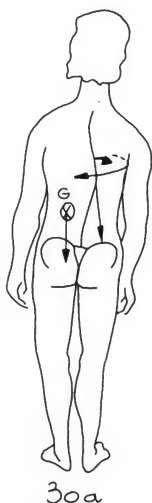
Conclusions quant aux effets correcteurs ou déviants des haubans postérieurs

- L'activité bilatérale et symétrique des haubans postérieurs verticalise et redresse le rachis
- L'activité unilatérale ou la prédominance unilatérale infléchit isolatéralement le rachis ou le redresse en cas d'inflexion controlatérale.
- L'activité unilatérale ou la prédominance unilatérale tourne isolatéralement le rachis.

Il s'ensuit que la correction frontale d'une courbure rachidienne convexe droite – fig. 30 a – par l'activité des haubans postérieurs droits sollicite le rachis en rotation vers la convexité. Comme le rachis scoliotique est caractérisé par une rotation convexe pathologique, cette sollicitation des haubans est donc négative. Les haubans convexes corrigent donc le rachis dans le plan frontal, mais accentuent la déviation scoliotique dans le plan horizontal.

Si seules les tensions d'haubanage étaient à prendre en considération – mais nous verrons ultérieurement que d'autres forces interviennent –, on pourrait en cas de scoliose globale résumer les effets correcteurs ou déviants des haubans postérieurs en trois éventualités.

- 1) Quand G est antérieur et en hors-aplomb frontal concave, la prédominance d'activité des haubans convexes corrige frontalement le rachis, mais invite à la torsion convexe – fig. 30 a –.
- 2) Quand G est antérieur et en hors-aplomb frontal convexe, la prédominance des haubans concaves aggrave l'inflexion scoliotique concave mais diminue la torsion convexe – fig. 30 b –.
- 3) Quand G est antérieur mais en sub-aplomb frontal, les haubans travaillent en sub-symétrie et leurs sollicitations frontales et horizontales s'équilibrent. C'est le cas de certaines scolioses, dites équilibrées, par une seconde courbure. Leur rythme évolutif semble d'ailleurs se ralentir – fig. 30 c –.



_____ Personnalité fonctionnelle des rotateurs et du multifide

Fonctions des muscles de l'étage dans le plan sagittal

Les rotateurs et le multifide se différencient dans leur fonction sagittale par le fait que les rotateurs sont extenseurs concentriques de l'étage vertébral alors que le multifide constitue le frein excentrique contrôlant l'antérobascule du tripode disco-vertébral.

L'enregistrement lors de l'hyperextension du tronc à partir de la position de renversement postérieur est formel – fig. 29 b – : seuls les rotateurs sont actifs lors de l'extension, seul le multifide l'est au retour.

Les deux muscles participent ainsi à la stabilisation sagittale de l'étage. Par rapport au mécanisme sagittal de la pince-ouvrante, les rotateurs décompressent le disque, le multifide limite sa compression. Les premiers travaillent en concentrique et en bouffées courtes, l'autre en excentrique et en activité maintenue.

Le gain d'extension cinétique acquis par les rotateurs au niveau de l'étage vertébral est alors maintenu et fixé par les haubans.

Pour tonifier les rotateurs, on localisera donc le travail à quelques étages vertébraux et on réalisera des contractions en bouffées concentriques courtes, non maintenues mais répétées.

Nous verrons ultérieurement que certaines conditions d'appui apophysaire facilitent l'activité des rotateurs, grâce à la qualité des informations arthroceptives.

Fonctions des muscles de l'étage dans le plan frontal

Ni le rotateur ni le multifide ne sont infléchisseurs latéraux de l'étage vertébral.

Pour les rotateurs, l'enregistrement est silencieux quelle que soit la position dans laquelle l'inflexion latérale est réalisée. Le multifide est actif lors de l'inflexion latérale en position debout. Nous ne croyons pas qu'il s'agisse là d'activités d'inclinaison latérale, mais de réponses aux sollicitations fléchissantes des muscles abdominaux. Le multifide est en effet silencieux lors des inflexions latérales en extension et en flexion du tronc.

Lors de l'inclinaison latérale active du rachis, il n'y a donc pas d'activité dans les faisceaux musculaires qui commandent électivement l'étage vertébral au mode unipodal. C'est l'haubanage global qui assure la convergence apophysaire unilatérale et le pincement discal du côté de l'inflexion.

Puisque l'inclinaison latérale n'engendre pas le dégagement controlatéral de pince-ouvrante au mode unipodal, il faut y associer une composante d'extension ou de rotation, ou les deux, si l'on veut déclencher unilatéralement l'activité des faisceaux musculaires commandant l'étage vertébral. Sinon, le dégagement ne survient qu'en fin d'habitation unilatérale de l'articulation vertébrale.

Fonctions des muscles de l'étage dans le plan horizontal

Les rotateurs et le multifide sont rotateurs controlatéraux de la vertèbre. Les premiers interviennent quelle que soit la position du rachis, le second ne participe pas à la rotation lorsque G est postérieur et le rachis est en extension.

Les rotateurs se contractent dès le début du mouvement. L'activité débute par une bouffée intense suivie de bouffées moindres. L'activité musculaire cesse bien avant la fin du mouvement de rotation en laissant aux haubans controlatéraux le soin de maintenir la position. Le multifide travaille d'une façon plus isométrique et plus prolongée.

Comment expliquer l'absence d'activité du multifide lors de la rotation en position d'extension du rachis ? L'inhibition vient-elle de ce que la vertèbre n'est pas sollicitée en antéro-basculé ? L'activité du multifide lors des rotations dans les autres positions du rachis serait donc due à l'action fléchissante qu'ont sur le rachis les muscles abdominaux. Le multifide ne serait donc pas du tout rotateur. Ce problème reste à éclaircir.

L'essentiel est de pouvoir affirmer que, lors des exercices actifs de rotation ou de dérotation correctrice de l'étage vertébral scoliotique, l'activité musculaire doit s'effectuer en contractions courtes, intenses, en bouffées répétées, non maintenues. Maintenir la contraction lors de la rotation vers la concavité n'a pour effet que de prolonger le travail du long dorsal et de l'ilio-costal concaves, alors que l'activité des muscles rotateurs convexes est terminée ; or, les haubans concaves accentuent l'inclinaison latérale concave.

Personnalité fonctionnelle des muscles du plan antérieur

———— Les psoas-iliaques dans leur fonction d'haubanage

Basmajian résume dans son livre la diversité des observations électromyographiques publiées quant aux activités du psoas-iliaque. On y trouve notamment la divergence d'avis concernant la fonction rotatrice du muscle. Pour les uns, le psoas-iliaque est rotateur interne du membre inférieur ; pour les autres, il est rotateur externe.

L'ensemble de ces travaux considère le bassin et le rachis comme points fixes, c'est donc l'action de fléchisseur de la hanche qui est étudiée.

L'action du psoas-iliaque dans sa fonction érectrice du rachis n'est guère envisagée.

Une seule affirmation de Basmajian est à retenir : les psoas-iliaques étaient de légèrement à moyennement actifs quand le sujet debout se laissait relâcher, ce qui correspond de fait à la suspension antérieure.

Nous tenterons donc d'approcher l'haubanage psoïque par le biais de l'observation clinique et de l'information radiologique faites en dynamique.

Chez les sujets du type statique, sujets que nous savons à ligne de gravité postérieure, les psoas-iliaques travaillent à longueur de journées en position orthostatique. Le point fixe est donc le petit trochanter, les niveaux mobiles le rachis lombaire et le bassin.

Cette statique accentue la lordose lombaire et l'antéro-bascule du bassin. Elle tend à fléchir la hanche. Elle donne tardivement l'algie au petit trochanter – en rhumatologie, le point de Layani –.

La suspension psoïque unilatérale prédominante crée une convexité lombaire isolatérale – cliché p. 210 –. Une très légère composante de rotation existe puisque r et r' s'opposent – fig. 31 a –. Péninou et Salzard – biblio – proposent un type de traitement kinésithérapique en partant de ces données – voir plus loin la méthode qu'ils proposent –.

La prédominance psoïque unilatérale avance isolatéralement le bassin – photo p. 30 –, ce qui correspond à une rotation horizontale du bassin.

L'haubanage psoïque doit donc être vu sous le double aspect de l'équilibre de la plate-forme pelvienne et des effets correcteurs ou déviants du rachis lombaire.

Nous avons vu le premier aspect. Le second réside dans la correction frontale du rachis lombaire par la contraction psoïque unilatérale concave – fig. 31 b – et les deux radiographies faites par Péninou pour visualiser la correction – radios 1 et 2, p. 60 –.

_____ Le carré des lombes dans ses effets d'haubanage

Petit muscle quadrilatère, il s'insère sur les apophyses transverses de L 1 à L 5, sur la dernière côte et, en bas, sur le ligament ilio-lombaire et sur la lèvre interne de la crête iliaque.

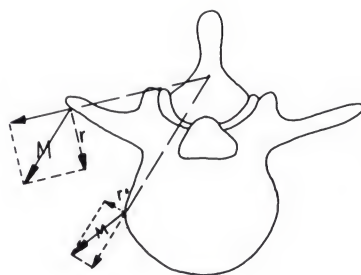
L'activité unilatérale du carré des lombes – fig. 32 a – rapproche l'hémi-bassin de la dernière côte, incline le rachis de son côté et tourne les vertèbres lombaires également de son côté.

Dans la scoliose dorsale droite, l'intensification de l'activité de suspension du carré des lombes droit prédispose donc à l'apparition de la courbure lombaire de compensation en sollicitant le segment lombaire en inclinaison vers la droite.

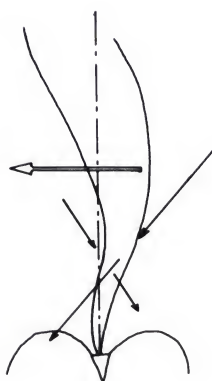
Le rapprochement de l'hémi-thorax et de l'hémi-bassin du côté de la concavité lombaire (côté droit) va déterminer une asymétrie de longueur des deux carrés des lombes : muscle court à droite, muscle allongé à gauche.

L'activité du carré des lombes «concave» limite la rotation vertébrale vers la convexité; au contraire, l'activité du carré des lombes du côté convexe l'amplifie.

Il est donc intéressant de travailler le carré des lombes «concave» en position longue puisqu'il possède une double efficacité : la translation isolatérale du segment lombaire et la rotation vers la concavité.



31a



32 c



Déviatio psoïque corrigée frontalement et en détorsion par la contraction puissante du psoas-iliaque concave. Merci à M.Péninou de nous avoir prêté ces documents.

_____ Du rôle des abdominaux dans la statique rachidienne

Sur le plan fonctionnel, les muscles abdominaux sont à diviser en deux groupes :

- les grands obliques, les petits obliques, le transverse ;
- les droits de l'abdomen.

Les muscles du premier groupe participent à l'effort thoraco-abdominal et constituent, par là, les muscles de la sangle abdominale. Les droits, qui ne participent pas à l'effort thoraco-abdominal – Floyd et Sylver, puis Basmajian –, sont essentiellement à fonction dynamique (fléchisseurs du rachis).

Le vérin hydro-pneumatique viscéro-pulmonaire, par la poussée sous-diaphragmatique qu'il engendre, n'est donc efficace que si le transverse et les obliques maintiennent correctement le contenu viscéral ; le rachis est ainsi partiellement déchargé. Ces muscles sont, par ailleurs, également coaptateurs des facettes apophysaires des vertèbres du rachis dorso-lombaire et, par là, verrouilleurs de ces étages.

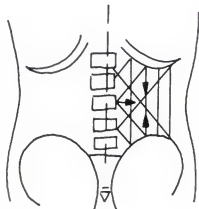
Si le bassin constitue le segment fixe, les obliques de l'abdomen sollicitent la rotation du thorax en synergie croisée, synergie croisée contro-latérale pour le grand oblique, isolatérale pour le petit oblique – fig. 32 b –.

Ces muscles sollicitent aussi la translation latérale du thorax – fig. 32 c – synergie croisée contro-latérale pour le grand oblique, isolatérale pour le petit oblique.

Ils inclinent également le tronc, mais tous deux isolatéralement – fig. 32 b –.



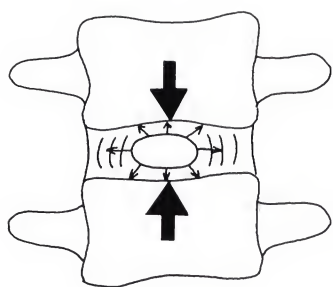
31b



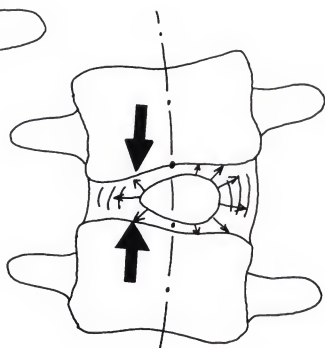
32 a



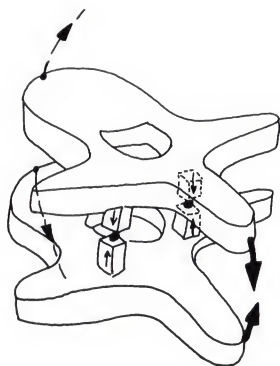
32 b



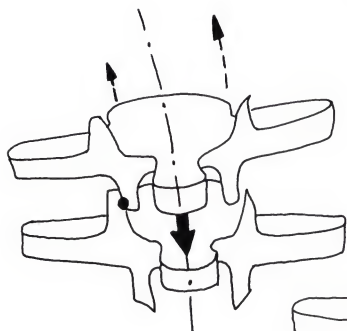
33 a



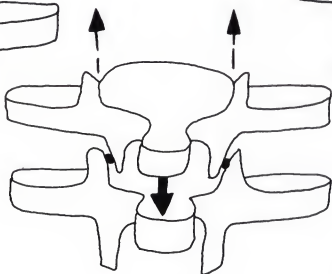
33 b



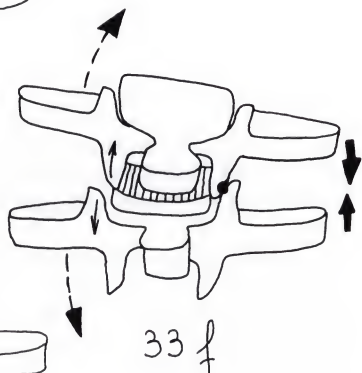
33 c



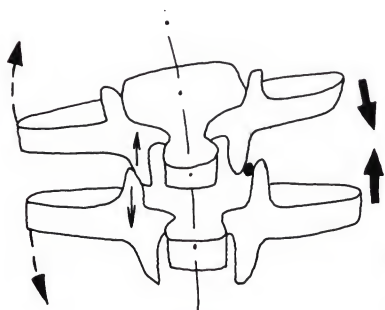
33 d



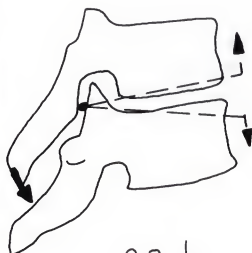
33 e



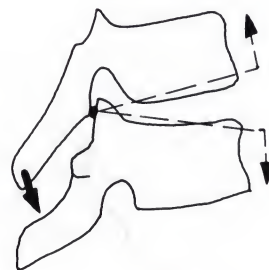
33 f



33 g



33 h



33 i

PHYSIOLOGIE ET PATHOLOGIE DE L'ETAGE VERTEBRAL SUR LE PLAN ORTHOPEDIQUE

Les mécanismes de prise en charge de l'étage vertébral

Le rachis est un empilement articulé placé en position érigée. Chaque segment articulé, chaque étage vertébral donc, peut se déranger et par là, dévier l'empilement rachidien. Ceci justifie la nécessité de l'étude de l'étage vertébral sous ses aspects orthopédiques, normaux et pathologiques.

Nous envisagerons séparément :

- les mécanismes de prise en charge au niveau de l'étage vertébral
- les mécanismes de mobilité de l'étage vertébral
- les mécanismes de stabilité de l'étage vertébral
- les mécanismes de verrouillage de l'étage vertébral
- les mécanismes déviatoires de l'étage vertébral
- les mécanismes d'apparition des dysmorphies structurales de l'étage vertébral

Nous tenterons la synthèse des conclusions à tirer de ces observations.

La physiologie classique considère le disque comme seul point d'appui de la vertèbre, le seul à supporter les contraintes de charge.

Dans cette fonction, le disque se comporte comme un amortisseur hydraulique répondant aux contraintes gravitaires comme aux réactions du sol.

La fig. 33 a visualise et résume la règle bien connue : les contraintes d'écrasement sont reprises en tension par les lamelles de l'anneau fibreux, normalement, intégralement et dans tous les sens.

A cette règle globale s'ajoute une règle qualitative importante sur le plan orthopédique ; elle précise le mode de distribution de la poussée intra-discale selon la forme de la masse nucléaire intra-discale – fig. 33 b –.

Puisque l'intensité de la pression intra-discale est uniforme, c'est-à-dire d'égale valeur par cm², la poussée dans une zone déterminée du disque est donc proportionnelle à la grandeur de la surface de cette zone. La poussée est donc plus grande, là où le disque bâille et plus petite, là où le disque est pincé – fig. 33 b –.

L'équilibre ou le déséquilibre de la rotule discale n'existe donc pas uniquement par la forme, harmonieuse ou cunéiforme, de la masse nucléaire mais surtout par le fait que les poussées internes, ascendantes, descendantes, latérales ou sagittales sont d'intensité différente dans telle ou telle zone, selon que la masse nucléaire y est réduite ou abondante, consécutivement au pincement ou au bâillement discal.

La cunéiformité discale doit donc déclencher dans l'esprit du thérapeute une idée autre que celle d'une asymétrie de forme, celle d'un déséquilibre des forces d'expansion engendrées, déséquilibre défavorable aux zones d'hyperpression, favorable à celles d'hypopression.

L'équilibre de la vertèbre est ainsi influencé par la qualité de l'amortissement discal. Nous y reviendrons en étudiant les mécanismes d'équilibration et de déséquilibration de l'étage vertébral.

A la conception classique, le disque seul élément intervertébral de prise en charge il faut ajouter la conception d'un mécanisme plus complexe faisant participer l'ensemble du tripode disco-vertébral à la prise en charge. Dans nos travaux précédents, nous avons qualifié ce mécanisme de « pince ouvrante » – biblio –.

Nous y revenons car, sur le plan orthopédique, nous considérons que les articulations vertébrales participent à la prise en charge. Lorsqu'une prise d'appui s'assure au niveau d'une ou des articulations vertébrales, la vertèbre devient un levier inter-appui à simple ou double appui postérieur – fig. 33 c, d –. Le disque est alors décomprimé si une force d'extension agit ; c'est la pince-ouvrante. Ce terme image, en rhumatologie, un mécanisme susceptible de décoincer un morceau de nucléus pulposus migré mais non énucléé.

En orthopédie, l'appellation de « pince-décompressive » convient mieux pour imager un mécanisme susceptible d'engendrer la décharge localisée du disque. Il s'agit en effet d'assurer ici, par des activités du levier vertébral, des forces décompressives réduisant l'excès de pression concave propre à la déviation scoliotique.

L'activité de la pince-ouvrante diffère selon que l'appui inter-apophysaire est pris bilatéralement ou au niveau d'une seule articulation vertébrale.

Un appui apophysaire bipodal dégage globalement le disque lors d'une sollicitation d'extension de l'étage vertébral – fig. 33 e –.

Un appui apophysaire unipodal dégage controlatéralement le disque mais sollicite aussi l'articulation vertébrale opposée en divergence – fig. 33 f –. Dans cette seconde condition, si l'appui apophysaire est convexe – fig. 33 g –, la décharge discale concave peut être obtenue, ainsi que la déshabitation apophysaire concave. Comme un excès de convergence concave existe dans la déviation scoliotique, cet aspect sera d'application.

L'appui unipodal présente hélas un aspect négatif : il sollicite la vertèbre en rotation-torsion sur le pivot apophysaire unique. Nous étudierons ultérieurement cet aspect pathologique.

Le rendement mécanique de la pince-ouvrante varie aussi selon la hauteur de la prise d'appui des articulations vertébrales.

La hauteur de la prise d'appui apophysaire diffère suivant le degré de convergence ou de divergence des articulations vertébrales. Une prise d'appui haute réalise un dégagement discal théoriquement ample, une prise d'appui basse un dégagement discal théoriquement réduit – fig. 33 h, i –.

Ces aspects théoriques seront à prendre en considération puisque la position cyphosée ou lordosée modifie symétriquement la hauteur des appuis postérieurs. Mais le degré d'habitation apophysaire influence aussi l'intensité des réponses des muscles postérieurs du rachis par inhibition ou facilitation d'origine arthroceptive.

La divergence réduit l'intensité de la réponse musculaire ; la déshabitation terminale inhibe les activités d'extension ; l'accentuation de la convergence apophysaire facilite les réponses musculaires d'extension.

Il existe donc, pour le rendement de la pince-ouvrante, une opposition « ampleur-puissance ». Une prise d'appui élevée – divergence – augmente en effet l'amplitude mécanique du dégagement mais tend à inhiber les muscles extenseurs. Une prise d'appui basse – convergence – donne au contraire peu d'ampleur mécanique au dégagement mais facilite la réponse et l'intensité de l'extension.

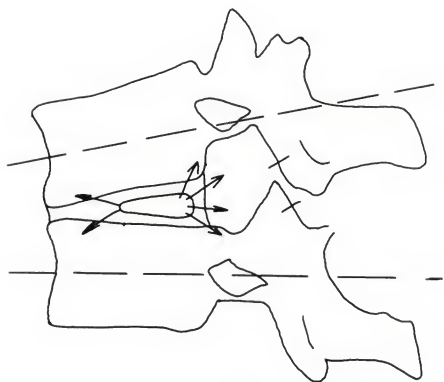
L'information arthroceptive inter-apophysaire ne se limite pas à ceci. Nous reviendrons donc ultérieurement sur les processus d'inhibition ou de facilitation d'origine arthroceptive inter-apophysaire car il peut s'agir là d'un élément perturbant de la fonction par non-information des muscles devant assurer le contrôle vigilant de l'étage vertébral.

Le rendement mécanique de la pince-ouvrante varie selon le degré de symétrie de la prise d'appui apophysaire.

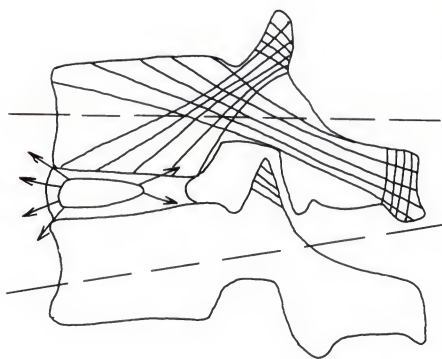
Une prise d'appui postérieure bilatérale symétrique engendre un dégagement discal symétrique – fig. 33 e –. Une prise d'appui bilatérale asymétrique détermine un dégagement discal asymétrique, plus ample que normalement du côté de l'appui postérieur le plus haut, moins ample que normalement du côté de l'appui postérieur le plus bas.

Dans la scoliose, l'asymétrie des appuis postérieurs augmente ainsi l'ampleur du dégagement discal dans la convexité lors de l'extension rachidienne – fig. 33 d –. Un cycle d'aggravation naît donc de l'asymétrie d'habitation des articulations vertébrales concaves et convexes puisque même l'extension gymnique active du rachis, à partir d'appuis postérieurs asymétriques, dégage asymétriquement l'empilement antérieur dans le sens d'une accentuation de la courbure frontale.

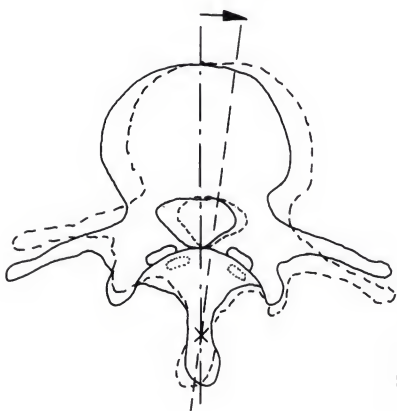
Rééquilibrer le degré de convergence apophysaire droite et gauche constitue donc une orientation technique avant de déclencher des activités de pince-ouvrante ; on comprend qu'à partir d'un certain degré de dysmorphie vertébrale ou de rétraction concave, capsulo-ligamentaire ou musculaire, le stade d'irréversibilité soit atteint. On comprend ainsi que la gymnastique d'extension « symétrique » doive être abandonnée dès le moment où les composantes correctrices de l'exercice ne peuvent plus assurer au levier vertébral un double appui symétrique.



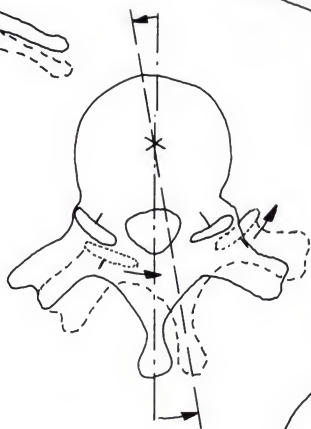
34 a



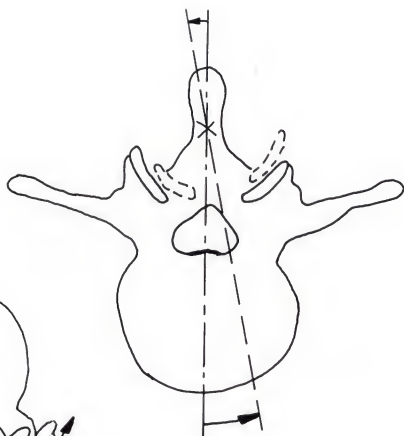
34 b



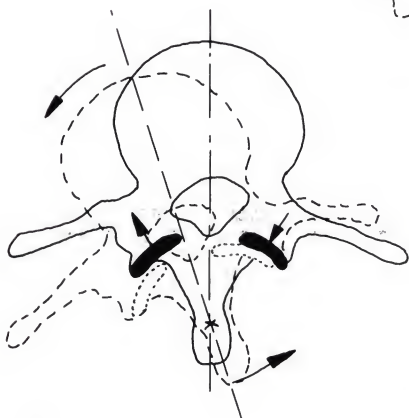
34 c



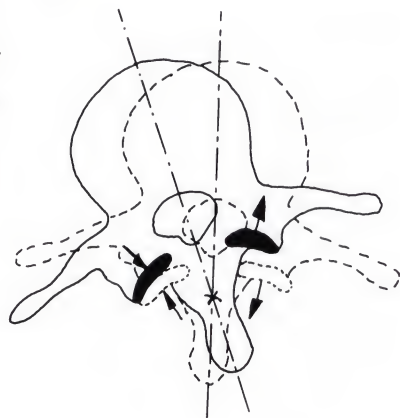
34 d



34 e



34 f



34 g

Les mécanismes de mobilité de l'étage vertébral

La mobilité vertébrale, en la formant ou en accentuant des courbures, constitue une forme physiologique de déviation des espaces inter-vertébraux et par là, du rachis.

La flexion du rachis, l'extension, l'inclinaison latérale cunéiformisent le disque par bâillement-pincement – fig. 34 a, b –.

La rotation réalise une traction hélicoïdale du disque au niveau lombaire du fait que le centre de rotation vertébral y est postérieur – fig. 34 c –, une quasi torsion du disque sur lui-même au niveau dorsal puisque le centre de rotation vertébral y est intradiscal fig. 34 d –.

La flexion du rachis diverge bilatéralement les articulations vertébrales, l'extension les converge – fig. 34 a, b –.

L'inflexion latérale converge les facettes apophysaires isolatérales et diverge les autres – fig. 33 d –.

La rotation réalise une translation sub-frontale des facettes apophysaires puisque leurs surfaces sont le lieu géométrique des points équidistants du centre articulaire de la vertèbre – fig. 34 d, e –. L'apophyse épineuse tourne du côté opposé au mouvement de rotation.

L'espace charnière disco-vertébral change ainsi de forme lors de ces différents mouvements et des conditions biomécaniques différentes apparaissent. Les positions engendrées par le mouvement méritent donc d'être étudiées comme si elles étaient des «dysmorphies physiologiques temporaires».

Aspect discal

Dans le plan sagittal, la flexion augmente le pouvoir d'expansion postérieure du disque en y grossissant la masse nucléaire – fig. 34 a –. L'accentuation des forces d'écartement à la partie postérieure des plateaux vertébraux constitue un mécanisme d'aggravation de la cyphose.

De même, l'extension accentue la lordose par apparition de forces d'expansion à la partie antérieure du nucléus – fig. 34 b –.

Dans le plan frontal, la cunéiformisation du disque intensifie la force d'expansion nucléaire convexe et réduit la force d'expansion nucléaire concave – fig. 33 b –.

Ce double mécanisme engendre la latéralisation convexe de l'étage par excès de poussée intra-discale convexe – fig. 33 b –. Il accentue aussi l'inclinaison frontale de la vertèbre puisque la poussée intra-discale repousse moins fort vers le haut et le bas les plateaux vertébraux du côté concave que du côté convexe – fig. 33 b –.

Même en cas de localisation médiane de la charge, la cunéiformité frontale du disque accentue donc l'inclinaison latérale de la vertèbre.



La torsion convexe scoliotique accentue la coaptation concave et décoapte les facettes apophysaires convexes.



Rachis lombaire vu de bas en haut. La rotation du bassin (sacrum) vers la concavité accentue la décoaptation convexe et intensifie la coaptation concave – paradoxe de Sohier –.

La réduction du volume nucléaire concave rend l'amortissement des contraintes concaves peu efficace. Les structures osseuses somatiques concaves sont mal protégées ; microtraumatisées, elles se détériorent.

Dans le plan horizontal, la rotation vertébrale tord les disques au niveau du segment dorsal puisque le centre de rotation y siège. Au niveau lombaire, la rotation détermine une traction hélicoïdale du disque ; elle a pour effet de placer l'anneau fibreux sous tension.

Aspect apophysaire

Dans le plan sagittal, la flexion et l'extension modifient la hauteur des appuis apophysaires avec les conséquences biomécaniques et proprioceptives que nous avons vues.

Dans le plan frontal, l'inflexion latérale rend les appuis postérieurs asymétriques – nous en connaissons les conséquences pour le dégagement discal. Il s'ensuit également que, du côté concave plus habité, l'information proprioceptive d'origine inter-apophysaire passe plus facilement que du côté convexe. La réponse musculaire concave est facilitée et chronologiquement anticipée. Cette réponse est positive tant que l'appui apophysaire est bipodal mais elle devient négative quand l'appui apophysaire devient unipodal concave. Nous reviendrons sur cet appui unipodal concave très perturbant de l'étage vertébral.

La rotation a aussi ceci de particulier qu'en position limite, elle accentue la coaptation apophysaire du côté opposé au mouvement quand la rotation vertébrale s'effectue de haut en bas, du côté du mouvement quand la rotation vertébrale s'effectue de bas en haut – fig. 34 f, g + photos rachis –.

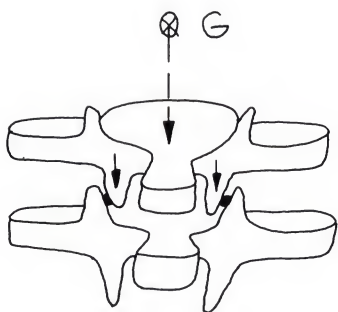
L'articulation inter-apophysaire controlatérale au mouvement tend au contraire à réduire la coaptation de ses facettes apophysaires.

Ces conditions influencent la transmission des informations baroceptives d'origine inter-apophysaire et, par voie de conséquence, les réponses ou l'inhibition des muscles du plan postérieur.

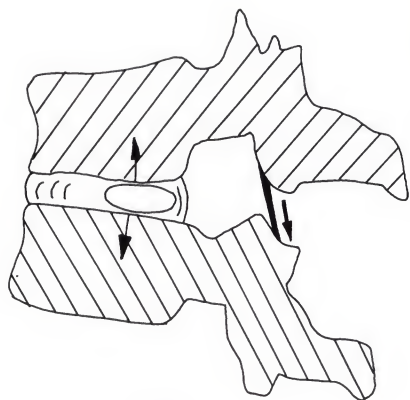
L'ensemble de ces informations nous montre que la déformation physiologique de l'espace charnière, disco-vertébral et inter-apophysaire, consécutive au mouvement ou à une position, engendre des modifications biomécaniques susceptibles d'être à l'origine d'un cycle pathomécanique pouvant dévier l'étage vertébral si ces conditions devaient persister.

La différence entre la dysmorphie de l'espace charnière née du mouvement et celle caractérisant la déviation vertébrale réside dans la symétrie en position de référence dans le premier cas, dans l'asymétrie dans le second.

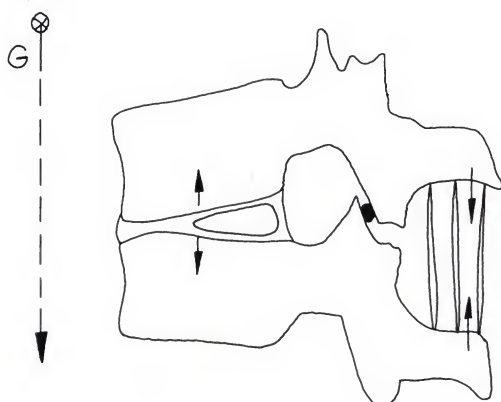
Il n'en reste pas moins que les forces déviantes observées et les conditions biomécaniques propres aux différentes positions de la vertèbre existent dans les deux cas.



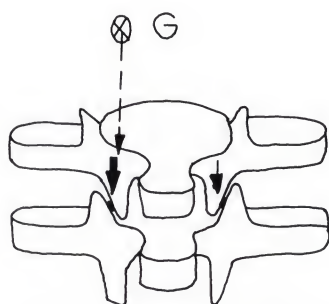
36a



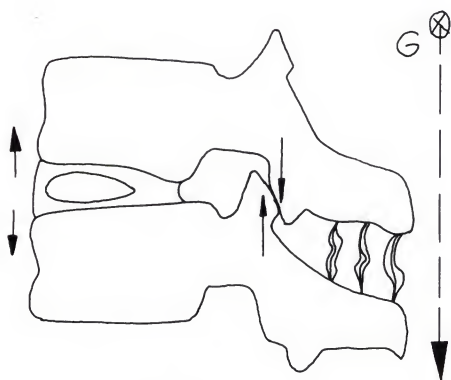
35a



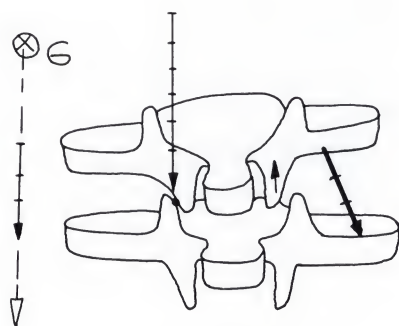
35b



36b



35c



36c

Les mécanismes de stabilité de l'étage vertébral

Quels sont les mécanismes de stabilisation de l'étage vertébral dans les trois plans de l'espace ?

- le plan sagittal pour l'antéro- ou la postéro-basculé de la vertèbre ;
- le plan frontal pour la bascule latérale de la vertèbre ;
- le plan horizontal pour la rotation vertébrale ou le glissement-cisaillement antérieur, postérieur ou latéral de la vertèbre.

— Les mécanismes de stabilisation sagittale de la vertèbre

Quels facteurs influencent la stabilité sagittale de la vertèbre ?

- l'équilibre statico-dynamique de l'étage vertébral ;
- la localisation antérieure ou postérieure de la ligne de gravité ;
- la morphologie sagittale de la masse nucléaire ;
- les activités musculaires.

L'équilibre statico-dynamique de l'étage vertébral correspond à l'antagonisme des forces physiologiques d'expansion nucléaire et de rétraction des ligaments jaunes – fig. 35 a –.

L'expansion discale sollicite la vertèbre en antéro-basculé, l'élasticité des ligaments jaunes en postéro-basculé. Ces forces s'équilibrent normalement mais la perte de puissance du pouvoir d'expansion discale ou la fibrose et la rétraction des ligaments jaunes peut fixer un déséquilibre.

La localisation en avant ou en arrière du rachis de la ligne de gravité invite à l'antéro-basculé de l'étage dans le premier cas, à la postéro-basculé dans le second.

La grandeur du hors-aplomb de G et la valeur de G décident de l'intensité des sollicitations.

Malgré la pince-ouvrante, le disque est particulièrement chargé quand G est antérieure – fig. 35 b –, les articulations vertébrales quand G est postérieure – fig. 35 C –.

Dans le premier cas, le fonctionnement de la pince-ouvrante dépend de la contraction musculaire postérieure – fig. 35 b – ; dans le second cas, le levier vertébral fonctionne passivement, en casse-noisettes, sous l'effet de la charge – fig. 35 c –.

Dans ce dernier cas, la vigilance des muscles contrôlant l'orientation de la vertèbre par l'intermédiaire des leviers que sont les apophyses épineuses et transverses n'existe donc pas.

C'est là un aspect négatif de la localisation postérieure de la ligne de gravité. La référence n'est pas ici l'axe trans-coxo-fémoral mais les appuis apophysaires.

La morphologie sagittale de la masse nucléaire influence la stabilité sagittale de la vertèbre puisqu'elle décide de la répartition des pressions intra-discales.

La poussée intra-discale étant maximale dans la zone de bâillement et minimale dans celle de pincement – fig. 33 b –, la résistance nucléaire diminue là où la sollicitation s'intensifie. La cunéiformisation discale sagittale s'accroît donc sous l'effet de la charge ; c'est là un cycle pathomécanique d'aggravation.

La vigilance des muscles de l'étage vertébral – les rotateurs, le multifide, le demi-épineux et l'inter-épineux – contrôle l'équilibre sagittal de la vertèbre mais uniquement par des tractions antéro-postérieures.

Le multifide contrôle en effet l'antéro-bascule de la vertèbre tandis que les rotateurs et inter-épineux réalisent l'extension de pince-ouvrante du levier vertébral ; aucun ne limite un excès d'extension de la vertèbre. Le psoas-iliaque et les abdominaux empêchent certes un renversement postérieur excessif de l'empilement mais leurs effets sont globaux et ne peuvent corriger électivement l'étage vertébral.

Les mécanismes de stabilisation frontale de la vertèbre

Quatre facteurs influencent la stabilité frontale de la vertèbre :

- la localisation frontale de G ;
- la morphologie frontale de la masse nucléaire ;
- le coefficient d'appui de l'articulation vertébrale isolatérale à G ;
- les activités musculaires.

La localisation frontale de G décide de la stabilité frontale de la vertèbre.

Quand G tombe entre les deux pieds apophysaires, la statique frontale du tripode vertébral est stable puisque la charge se donne entre les points d'appui – fig. 36 a –. La répartition des charges est certes directement proportionnelle à l'asymétrie éventuelle de G – fig. 36 b –.

Quand G tombe en dehors des pieds apophysaires, le tripode vertébral est en instabilité frontale et le levier vertébral tend à fonctionner en appui unipodal isolatéral à G – fig. 36 c –. Non seulement une seule articulation supporte les contraintes d'appui mais le moment de la force gravitaire est proportionnel à la latéralisation de G – fig. 36 c –. Le moment de G peut en effet être plus grand que celui de la résistance

musculaire. L'appui apophysaire est en tous cas intensifié puisque additionnant la valeur de la charge et les tensions d'équilibration frontale de la vertèbre – fig. 36 c –. Comme pour la balance de Pauwels à la hanche, l'intensité de cet appui est un facteur important sur lequel nous reviendrons pour expliquer la désaxation apophysaire pathologique des articulations vertébrales isolatérales à G, articulations apophysaires concaves.

L'articulation vertébrale controlatérale à G est sollicitée en divergence – fig. 36 c –.

L'écrasement-pincement isolatéral à G que l'on observe dans ces conditions au niveau du disque détermine une réduction de la poussée nucléaire de ce côté – fig. 33 b – ; l'écartement-bâillement controlatéral à G engendre au contraire une accentuation de la poussée là où la pression est réduite – fig. 33 b –.

Les forces d'écartement somatique et de translation de la vertèbre sont ainsi moindres dans la concavité que dans la convexité – fig. 33 b –. C'est là un important facteur de déséquilibration frontale de l'étage vertébral.

La latéralisation de G accentue évidemment ce phénomène comme au niveau des appuis postérieurs.

L'insuffisance d'amortissement des contraintes d'écrasement concave consécutive à la réduction de la poussée intra-discale concave influence l'état structural de la vertèbre quant à la construction trabéculaire du corps vertébral et le rythme de croissance osseuse, du cartilage pédiculaire notamment.

Le coefficient d'appui de l'articulation vertébrale isolatérale à G décide si les facettes apophysaires y restent stables ou dérapent en excès d'habitation pathologique – désaxation de convergence.

Nous étudierons ultérieurement les facteurs qui influencent le coefficient d'appui apophysaire. Le verrouillage de la vertèbre dépend en effet de la qualité du double appui postérieur.

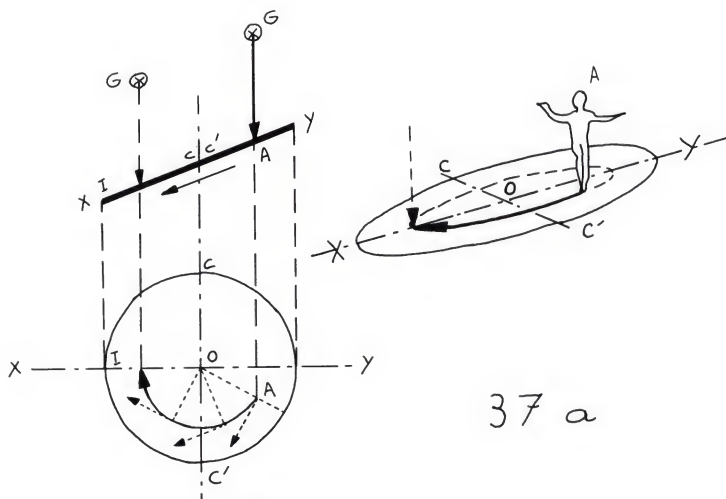
Remarquons déjà que la désaxation apophysaire unilatérale concave fixe une asymétrie de hauteur des appuis postérieurs.

Les muscles influencent la stabilité frontale de la vertèbre au cours de l'inflexion latérale active et lorsque le muscle équilibre l'étage vertébral sollicité controlatéralement par la gravité.

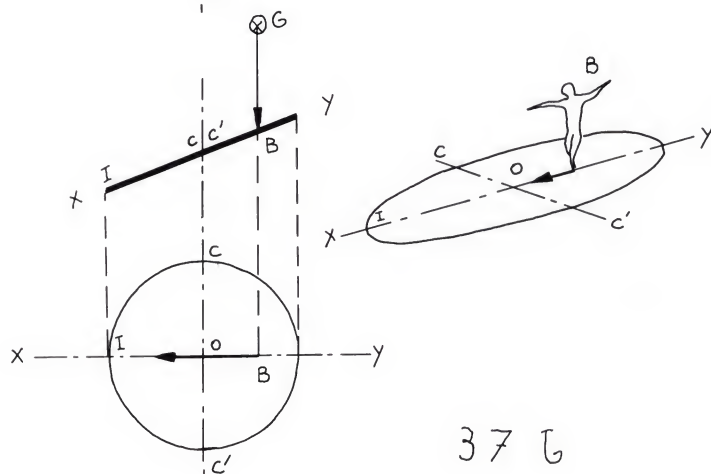
L'électromyographie nous a montré que les sollicitations frontales sont assurées par le long dorsal, l'ilio-costal, le carré des lombes, l'inter-transversaire – absent au niveau dorsal – alors que les rotateurs et le multifide sont quasi inactifs lors des activités frontales pures. Il faut associer l'extension et/ou la rotation pour que ces faisceaux musculaires se contractent lors de l'inflexion latérale.

La stabilité frontale de l'étage vertébral s'effectue donc souvent sous un contrôle musculaire global. La fonction de la pince-ouvrante au mode unipodal actif ne survient que lorsque l'extension et/ou la rotation controlatérale s'associent à l'inflexion latérale.

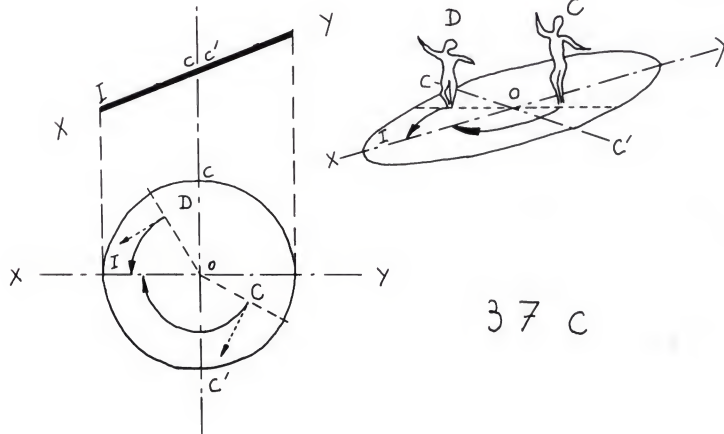
Cette observation est importante puisqu'elle va décider du contenu de certains exercices.



37 a



37 b



37 c

_____ Les mécanismes de stabilité horizontale de la vertèbre

Trois facteurs influencent la stabilité horizontale de la vertèbre, c'est-à-dire sa stabilité de rotation ou celle de glissement vers l'avant, l'arrière, le côté ; il s'agit de :

- l'orientation du plan d'appui de la vertèbre ;
- la localisation de la ligne de gravité ;
- les activités musculaires.

Un jeu de parc d'attractions, habituellement réservé aux enfants, visualise très bien le rôle qu'ont l'orientation du plan d'appui et la localisation de la ligne de gravité sur la rotation vertébrale.

Ce jeu est le grand disque oblique faisant carrousel quand un enfant y monte – fig. 37 a –. En observer les mécanismes permet, par transposition à la vertèbre, de comprendre quelles sollicitations sont à l'origine de la rotation vertébrale pathologique rencontrée dans la scoliose.

Le disque du jeu d'attractions a de deux à trois mètres de diamètre. Il est monté sur un axe légèrement oblique – fig. 37 a –. En y grimpant, l'enfant lui fournit, par son poids, l'énergie qui le fait tourner. C'est un carrousel sans moteur.

O en est l'axe central de rotation – fig. 37 a –.

XY en est le grand axe sagittal d'inclinaison, ici antérieure (X moins élevé que Y sur le croquis).

I est le point le plus bas de l'axe d'inclinaison. Tous les points de O à I sont les points les plus bas de tous les cercles concentriques ayant O pour centre.

C C' est perpendiculaire à XY.

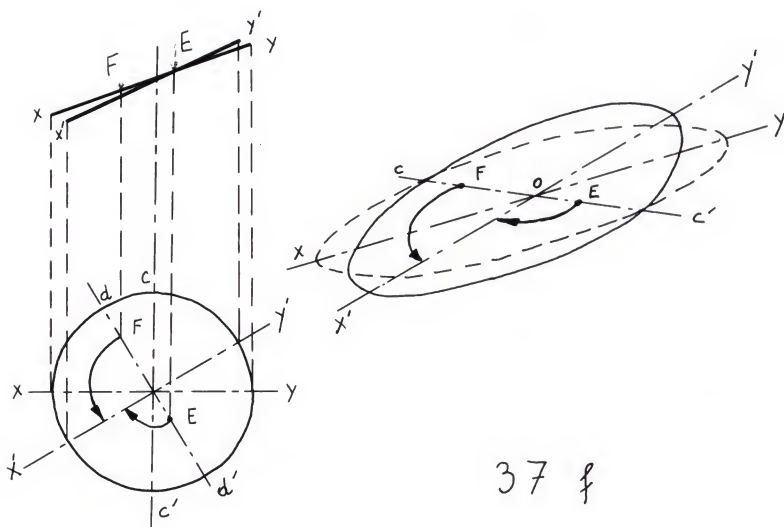
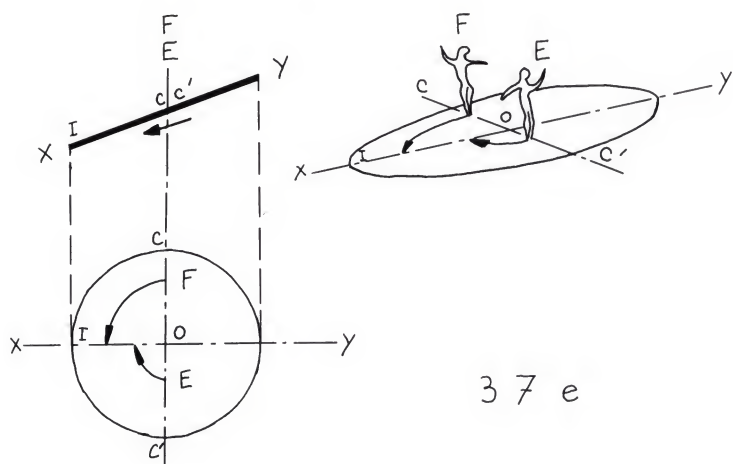
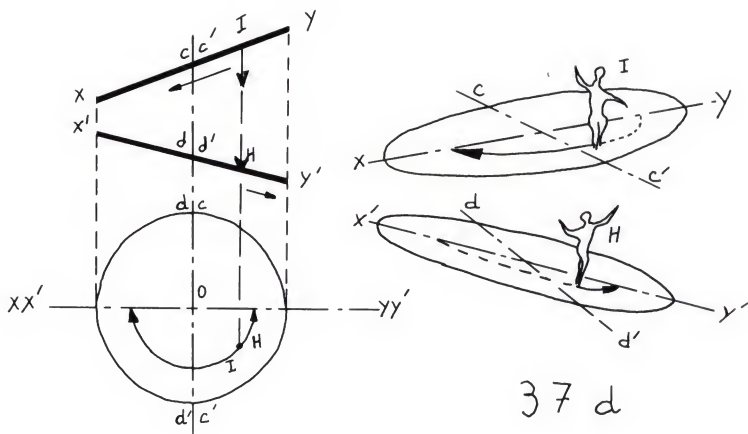
Si l'enfant est sur l'axe XY, le disque ne tourne pas – fig. 37 b –.

La contrainte de charge donne en effet une composante d'écrasement perpendiculaire au plan du disque et une composante de cisaillement tangentielle à ce plan. Elle ne donne pas de composante de rotation.

Si l'enfant est en dehors de l'axe XY, le disque tourne jusqu'à ce que l'enfant soit sur l'axe des points les plus bas. La situation est alors stable. La rotation du disque est controlatérale à la charge.

La fig. 37 c visualise les composantes de rotation perpendiculaires aux rayons – r –. Les enfants C et D, situés de part et d'autre de l'axe XY, sollicitent le disque en rotation de sens opposé.

A la fig. 37 d, le sujet «I», bien que situé du même côté de l'axe XY que le sujet «H», sollicite le disque en rotation inverse. La cause en est l'inversion de l'inclinaison du disque ; si l'inclinaison de l'axe XY est inversée (X plus élevé que Y sur le croquis), le sens de rotation s'inverse également.



L'ampleur de la rotation est proportionnelle à l'angle compris entre le rayon passant par le point d'impact de la charge et le rayon OX – fig. 37 c –.

L'enfant C tourne plus que D.

L'intensité de la sollicitation est proportionnelle à la latéralisation de la charge – fig. 37 e –.

L'enfant F sollicite plus intensément le disque que l'enfant E situé sur la même horizontale, puisque le moment de la charge augmente avec la latéralisation de G.

Si le disque présente une double inclinaison, sagittale et latérale, l'ampleur de la rotation varie pour une même latéralisation de la charge – fig. 37 f –.

L'axe de stabilité est en effet alors $X'Y'$ et non XY . Pour une même latéralisation, la charge E située du côté de l'inclinaison du disque verra sa course de rotation réduite d'une valeur correspondant à l'angle inscrit entre XO et $X'O$. La charge F, placée de l'autre côté de l'axe, verra sa rotation augmentée du même angle avant d'atteindre la position de stabilité. L'inclinaison latérale du plan d'appui diminue donc l'ampleur de la rotation si la charge se localise du côté de l'inclinaison ; elle l'augmente si elle se situe de l'autre côté.

Pour transposer ces observations à l'étage vertébral, il suffit de disposer d'une planche montée sur un axe orientable – fig. 37 f –.

Une vertèbre, réelle ou figurée, y est placée de manière à ce que son centre concorde avec l'axe orientable.

Variation l'orientation du plan d'appui et diversifier la localisation de la ligne de gravité permet de conclure aux effets engendrés en toutes situations.

La fig. 37 g montre que, pour une localisation gauche de la ligne de gravité :

- les vertèbres en appui sur plan oblique avant sont sollicitées en rotation droite. Il s'agit donc des vertèbres allant de D 1 à D 6 et de L 4 et L 5 ;
- les vertèbres en appui sur plan oblique arrière sont sollicitées en rotation gauche. Il s'agit des vertèbres allant de D 7 à L 3.

Ceci correspond à la rotation en sens inverse des vertèbres inclinées vers l'avant ou vers l'arrière, aspect que l'on observe dans les scolioses.

La localisation concave de G tord vers la convexité les vertèbres en inclinaison antérieure et détord les vertèbres en inclinaison postérieure.

Lors de l'apparition d'une courbure lombaire compensatoire, la ligne de gravité reste en localisation concave au niveau du segment dorsal tandis qu'elle passe de l'autre côté au niveau du segment lombaire – fig. 37 h, h' –. Les vertèbres dorsales hautes continuent ainsi à être sollicitées en rotation convexe et les vertèbres dorsales basses en rotation concave.

Ces observations permettent parfois de mieux comprendre les dérangements des vertèbres en rotation.

Si la vertèbre est en appui sur plan oblique avant, la composante de cisaillement est à sens antérieur – fig. 38 a –.

La vertèbre, sollicitée en antéglissement, coapte bilatéralement ses facettes apophysaires et se verrouille.

Dans la spondylolyse, le ou les crochets apophysaires étant rompus, le verrouillage de l'étage vertébral est perturbé. La vertèbre peut glisser vers l'avant si son double accrochage postérieur est brisé. Elle réalise une rotation controlatérale à la spondylolyse si celle-ci est unilatérale – fig. 38 b –. Une scoliose lombaire grave peut ainsi survenir et faire participer L 5 à la déviation, ce qui n'existe pas dans les autres cas de scolioses.

La composante de cisaillement à sens antérieur existe en position orthostatique – fig. 38 a – au niveau des étages de D 1 à D 6 et en L 4 - L 5. La composante de cisaillement à sens antérieur existe à tous les niveaux quand le rachis est en inclinaison antérieure ou est horizontal. Ces positions coaptent tous les appuis apophysaires – fig. 38 a –.

La composante de cisaillement s'inverse si le rachis s'incline vers l'arrière – fig. 38 a –.

Si la vertèbre est en appui sur plan oblique arrière, la composante de cisaillement est à sens postérieur – fig. 38 a –.

Cette force sollicite la vertèbre en postéro-glissement. Reportée au niveau des facettes apophysaires, elle tend à élargir leurs interlignes articulaires. Elle déjoue donc le rôle de crochet des apophyses articulaires en réduisant la coaptation de leurs facettes. La vertèbre perd son verrouillage physiologique.

L'inclinaison latérale du plan d'appui vertébral engendre une composante de cisaillement latérale dont les effets sur l'interligne inter-apophysaire diffèrent dans la concavité et la convexité selon la morphologie des articulations vertébrales.

Au niveau dorsal, la coaptation apophysaire s'intensifie au niveau des facettes apophysaires convexes du haut de la courbure – fig. 38 C – et des facettes apophysaires concaves du bas de la courbure – fig. 38 c –.

Pour le rachis lombaire inférieur, la situation est exactement inverse – fig. 38 c –.

La stabilité horizontale de la vertèbre est également influencée par les muscles, particulièrement ceux qui engendrent la rotation.

La prédominance unilatérale du long dorsal et de l'ilio-costal sollicite globalement le rachis en rotation isolatérale. Ceci pourrait s'ajouter à ce que nous avons déjà vu pour justifier que les droitiers tordent leur rachis vers la droite.

Les faisceaux rotateurs du transversaire épineux, muscles assurant la rotation controlatérale, sont seuls à pouvoir limiter cette rotation née de la prédominance unilatérale des haubans postérieurs.

Nous n'arrivons donc pas entièrement aux conclusions du Dr. M. Vercauteren – biblio – dans son «Approche étiopathogénique de la scoliose idiopathique».

Les mécanismes de verrouillage de l'étage vertébral

L'intensité de la coaptation bilatérale des articulations vertébrales définit le degré de verrouillage de l'étage vertébral et par là, sa rigidification physiologique.

Nous considérons cette affirmation comme un postulat.

Sans double appui postérieur, il n'est pas de verrouillage possible de la vertèbre. Inversement, plus l'appui bilatéral est intense, plus la vertèbre est verrouillée, plus l'étage est rigidifié, plus les conditions anti-déviatoires grandissent.

Le verrouillage vertébral constitue donc un facteur essentiel de lutte contre le dérangement de l'empilement rachidien. Ceci explique que les dysmorphies vertébrales antérieures sans anomalie des arcs postérieurs soient moins graves que lorsque la malformation touche également le système apophysaire.

La perte du verrouillage de l'étage vertébral peut être la cause ou la conséquence de la déviation rachidienne.

La perte du double appui postérieur peut en effet provenir d'une dysmorphie des arcs postérieurs ou de la perturbation de l'harmonie mécanique du tripode disco-vertébral. Elle peut également être secondaire aux anomalies mécaniques nées de la déviation de l'empilement rachidien.

Cause ou conséquence, elle est en tous cas un important facteur d'aggravation de la déviation scoliotique.

Rendre ou accentuer le double appui apophysaire constitue donc un aspect important des techniques de rigidification anti-déviatoire du rachis.

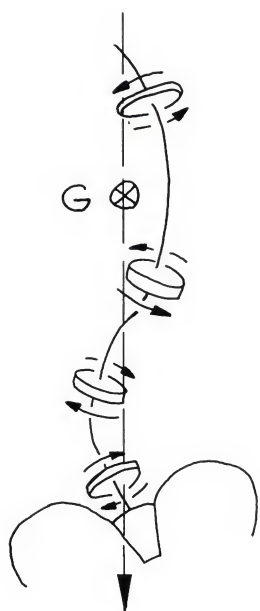
L'appui vertébral pris uniquement sur le disque ou l'appui vertébral sur le disque et sur une seule articulation interapophysaire constitue donc deux états, bio- ou patho-mécaniques non rigidifiants et par là, déviatoires du rachis.

Dans le premier cas, la vertèbre prend en effet appui sur la rotule de mobilité instable qu'est la masse nucléaire fluide.

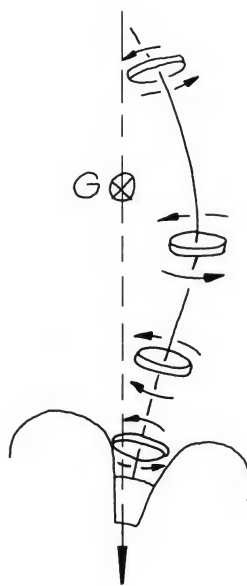
Dans le second, l'appui unipodal engendre la mise en activité unipodale du levier vertébral ; elle accentue de ce fait le dégagement du pied apophysaire controlatéral.

L'observation clinique visualise parfaitement les conséquences d'instabilité nées de ces deux états de déverrouillage de la vertèbre.

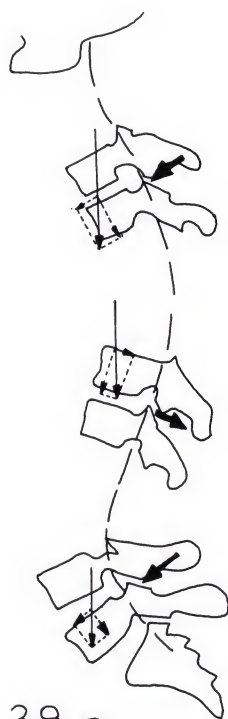
Le premier existe chez les sujets atteints de rétrolisthésis en série de deux ou trois étages successifs, L1 - L2 - L3 particulièrement. Ces sujets présentent une réelle instabilité du tronc. Ayant perdu leurs appuis vertébraux postérieurs par élargissement des interlignes apophysaires – la séparation apophysaire est visible sur la radiographie –, ils ne peuvent plus rigidifier le segment lombaire supérieur. Ces patients s'équilibrent par des appuis des mains. Ils souhaitent être corsetés.



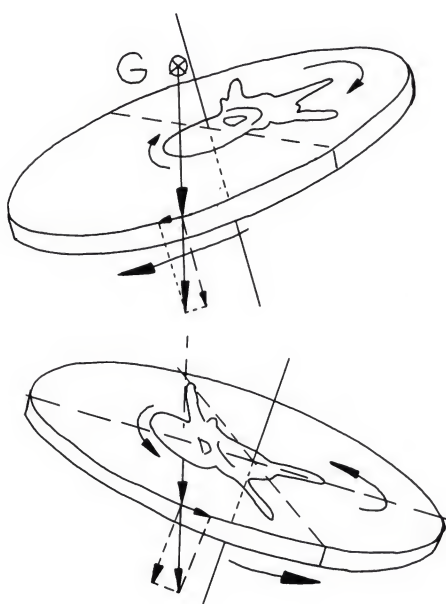
37 l



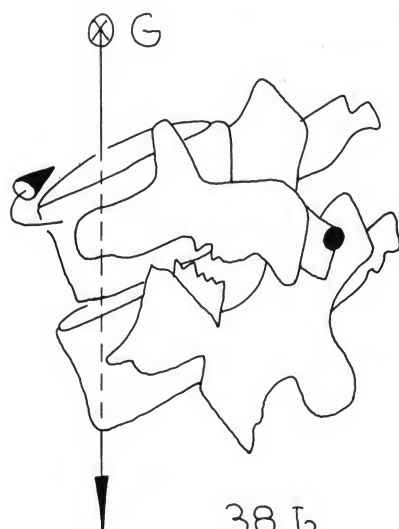
37 l'



38 a



37 g



38 b

Cet état clinique montre que la colonne vertébrale antérieure est un serpent instable et souple ne possédant pas en propre ses mécanismes de rigidification. Seul le double appui apophysaire postérieur peut la rigidifier et la verrouiller.

L'appui unipodal électif au niveau d'une ou de deux vertèbres est le propre de bien des rachis en période aigüe de lumbago. Le coincement inter-apophysaire – le facette syndrome – oblige en effet le sujet à s'ériger en prenant uniquement des appuis du côté sain et en utilisant la pince-ouvrante unipodale côté sain pour dégager l'interligne inter-apophysaire coincé. L'attitude est ainsi antalgique par contracture croisée.

La déviation scoliotique présente à ce moment est parfois énorme.

Mais, dans les cas de décoincement à la première séance de mobilisation analytique, l'appui étant rétabli du côté lésé, le sujet se trouve redressé dès la reprise de la position debout. Ceci est, croyons-nous, une observation montrant le rôle du double appui postérieur dans la rigidification et la non-déviation de l'empilement rachidien.

Le double appui apophysaire est à la base du verrouillage de l'étage vertébral. Il est donc important de rechercher et d'étudier les facteurs de coaptation ou de décoaptation apophysaire.

Voyons quels facteurs intensifient l'appui apophysaire. Nous étudierons les facteurs de décoaptation en abordant les mécanismes déviatoires de l'étage vertébral.

Quatre facteurs sont à l'origine de l'appui apophysaire :

- la gravité ;
- les muscles ;
- le système capsulo-ligamentaire ;
- la convergence apophysaire terminale.

Rôle des muscles dans la coaptation apophysaire

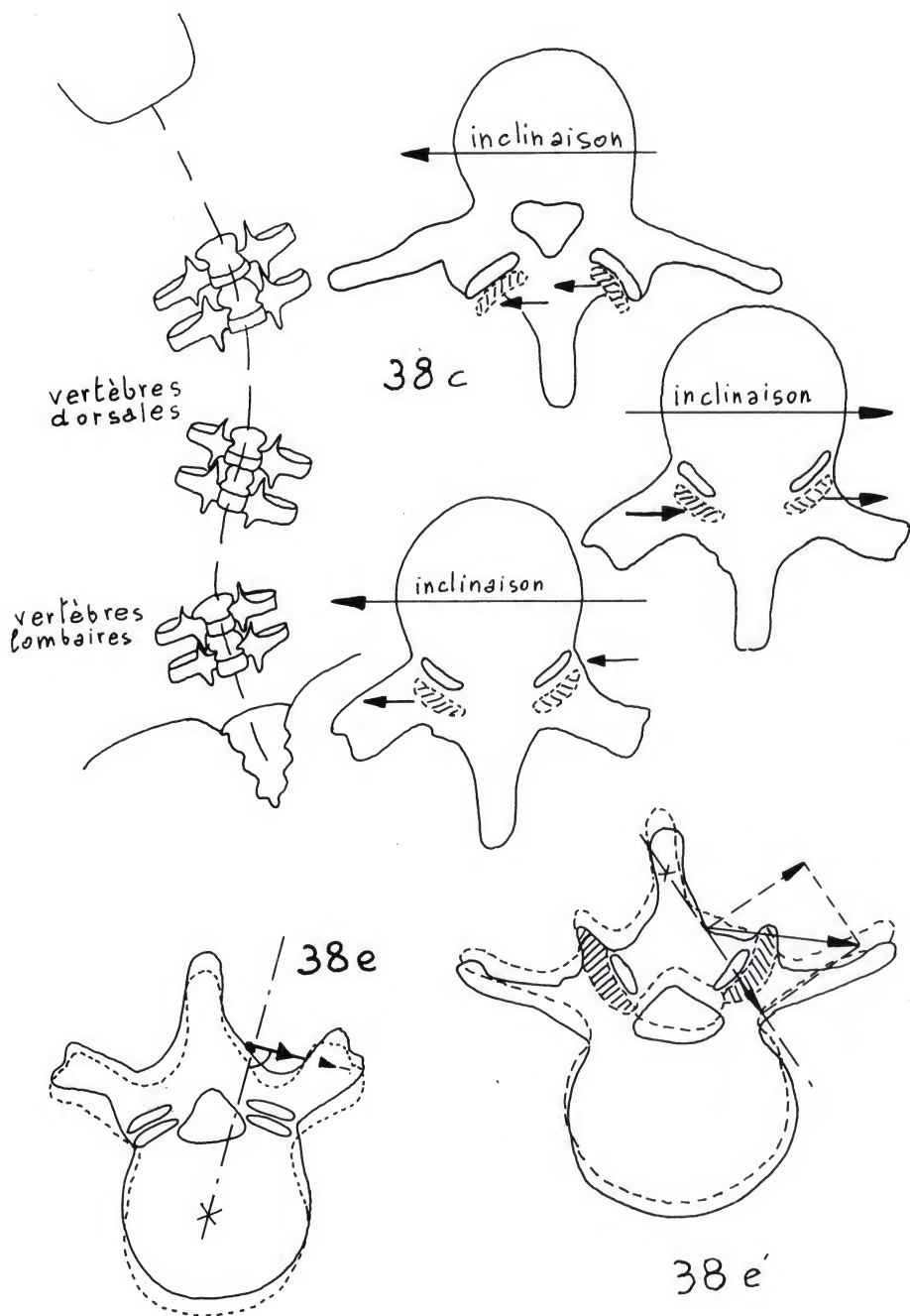
La fig. 38 a résume, pour les différents étages vertébraux, les effets de la gravité sur la coaptation apophysaire lorsque le rachis est en position orthostatique.

De D 1 à D 5 ainsi qu'en L 4 - L 5, la composante de cisaillement à sens antérieur, née de l'inclinaison antérieure du plan d'appui somatique de la vertèbre et la composante d'écrasement née de l'appui direct au niveau des facettes apophysaires – fig. 38 a – coaptent bilatéralement les articulations vertébrales. La gravité aide ainsi à verrouiller ces étages.

De D 6 à L 3, la composante de cisaillement est à sens postérieur ; elle provient de l'inclinaison postérieure du plan d'appui somatique de la vertèbre mais aussi de la composante longitudinale négative existant au niveau des articulations vertébrales – fig. 38 a –. La gravité déverrouille ainsi ces étages.

En position orthostatique, la gravité verrouille donc les étages dorsaux susjacents à D 6 et déverrouille les étages sousjacents jusqu'en L 4.

Nous nous sommes permis – biblio – de considérer que cette prédisposition au



déverrouillage des vertèbres étagées de D 6 à L 3 explique la prédilection des déviations scoliotiques observées le plus souvent à ces niveaux.

L'horizontalisation antérieure du rachis accentue les appuis apophysaires par perpendicualisation des forces gravitaires.

La position sera donc à utiliser pour améliorer la rigidification vertébrale.

_____ **Rôle de la gravité dans la coaptation apophysaire**

Tout muscle détermine une composante longitudinale au niveau d'une ou des articulations qu'il croise. Si la composante longitudinale est d'écrasement, elle intensifie le coefficient d'appui, ici la coaptation apophysaire.

La force du muscle et sa direction, en référence aux surfaces apophysaires, décident du degré de coaptation engendré au niveau des articulations vertébrales.

Le long dorsal, l'ilio-costal, l'épi-épineux, l'inter-épineux et l'intertransversaire au niveau lombaire ont une direction parallèle au rachis. Comme les facettes apophysaires sont inclinées de 15 à 20° par rapport à cette direction, une légère composante longitudinale d'écrasement naît donc de ces muscles, même si leur contraction sollicite les vertèbres en convergence d'extension – fig. 38 d –.

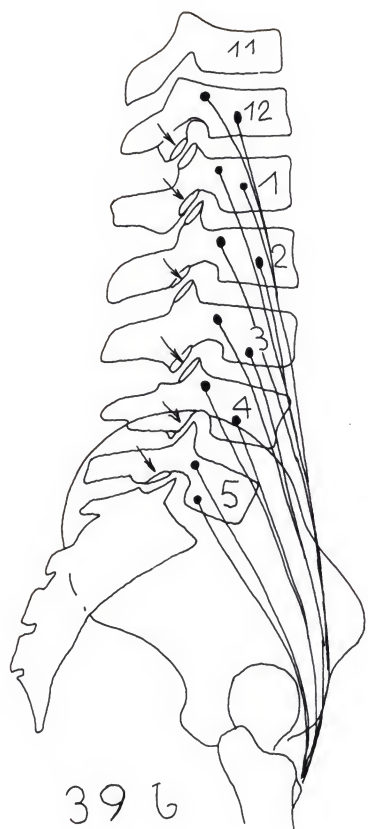
Le problème est plus complexe pour les différents faisceaux du transversaire épineux. L'orientation des facettes apophysaires est en effet différente aux étages dorsaux et aux étages lombaires – fig. 38 e, e' –. D'autre part, la direction des faisceaux musculaires l'est également, du fait de l'orientation des apophyses transverses. L'insertion externe du transversaire épineux se localise ainsi en arrière des articulations vertébrales aux vertèbres dorsales et, sur le même plan frontal, aux vertèbres lombaires – fig. 38 e, e' –.

L'efficacité coaptatrice des faisceaux des transversaires épineux lombaires additionne une efficacité de coaptation horizontale et sagittale. Seule, l'orientation sagittale du muscle joue au niveau dorsal.

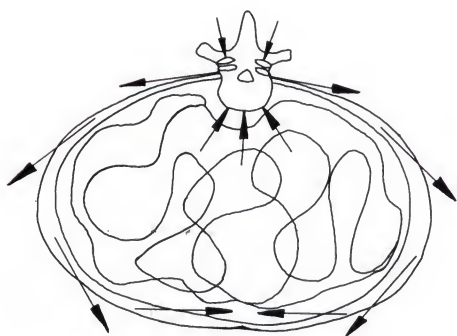
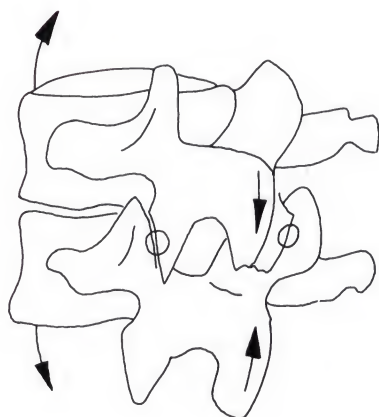
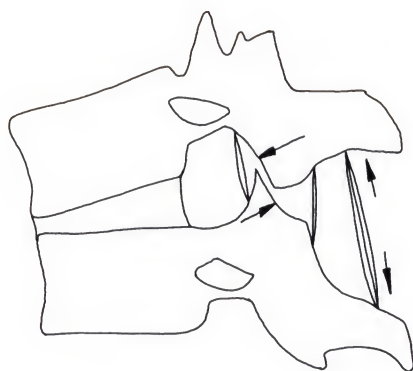
La transverse et les obliques de l'abdomen appliquent les articulations vertébrales l'une contre l'autre par le fait que, prenant appui sur les viscères abdominaux, ils tirent l'ensemble de l'empilement lombaire et dorsal inférieur vers l'avant – fig. 39 a –. Les vertèbres, écrasées sur leurs appuis apophysaires, se voient ainsi verrouillées. On réalise l'importance de la musculation du transverse de l'abdomen dans les déviations rachidiennes.

Le psoas iliaque joue un rôle assez similaire par les antéro-tractions de ses faisceaux insérés sur les vertèbres de L 5 à D 12 – fig. 39 b –. L'action coaptatrice du muscle se réduit progressivement vers les lombaires hautes. La verticalisation des facettes apophysaires s'accroît en effet – fig. 39 b –.

Les droits de l'abdomen, muscles non circulaires, participent peu à la coaptation apophysaire. L'orientation verticale de leurs fibres en est la cause.



39 b



39 a



Rôle de la divergence terminale dans la coaptation apophysaire

La tension du système capsulo-ligamentaire péri-apophysaire et des muscles survient en divergence terminale des articulations vertébrales. Elle intensifie la coaptation apophysaire et verrouille l'étage – fig. 40 a –. Ceci pourrait expliquer la rareté des déviations frontales et horizontales chez les cyphotiques.

Rôle de la convergence terminale dans la coaptation apophysaire

En extension terminale, l'habitation apophysaire arrive à la limite. Cette situation crée la coaptation des facettes. Le verrouillage vertébral par hyperlordose lombaire est utilisé par les insuffisants musculaires du plan dorsal ; c'est le cas des myopathes, notamment, pour rigidifier leur segment lombaire – fig. 40 b –.

Les mécanismes déviatoires de l'étage vertébral

Nous étudierons les mécanismes déviatoires de l'étage vertébral en considérant les trois caractéristiques déviatoires de l'étage scoliotique. Il s'agit de la bascule frontale, somatique et discale, de la désaxation en convergence de l'articulation vertébrale concave – déviation en postéro-basculé d'extension unilatérale donc –, de la rotation convexe du corps de la vertèbre – fig. 41 a –. Ces trois facteurs pathomécaniques s'associent.

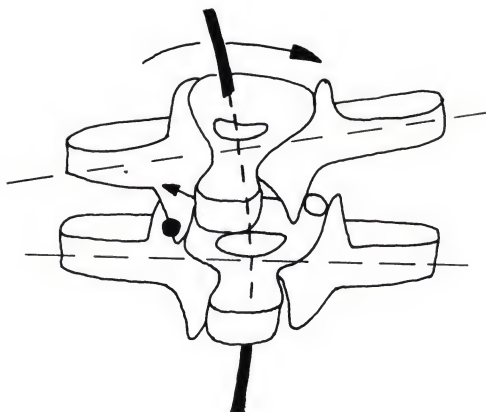
Nous tenterons de visualiser l'enchaînement chronologique des mécanismes d'aggravation de la déviation à partir de quatre stades théoriques :

- **le stade physiologique de déviation de l'étage vertébral ;**
- **le stade fonctionnel de déviation de l'étage vertébral ;**
- **le stade pathomécanique de déviation de l'étage vertébral ;**
- **le stade structural de déviation de l'étage vertébral.**

— Le stade physiologique de déviation de l'étage vertébral

La ligne de gravité n'est physiologiquement pas à l'aplomb sagittal de l'axe coxo-fémoral ni à l'aplomb frontal de l'axe médio-sacré ; il est en sub-aplomb sagittal et frontal. Tant que la statique frontale est telle que la latéralisation de la ligne de gravité reste, en moyenne, fonctionnelle dans la largeur de l'espace inter-apophysaire, l'asymétrie biomécanique correspond à la fourchette des normes physiologiques.

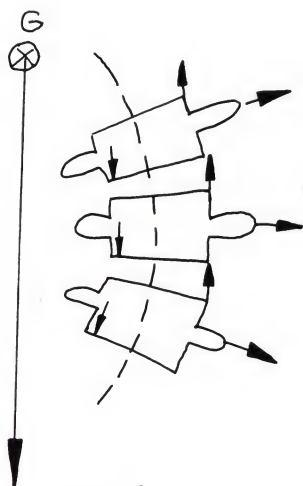
Seule, existe l'accentuation unilatérale de l'appui apophysaire et de la poussée intradiscale. Ces conditions d'asymétrie restent non déviatoires – fig. 36 b –.



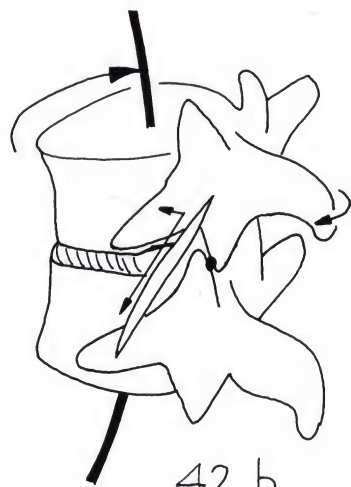
41a



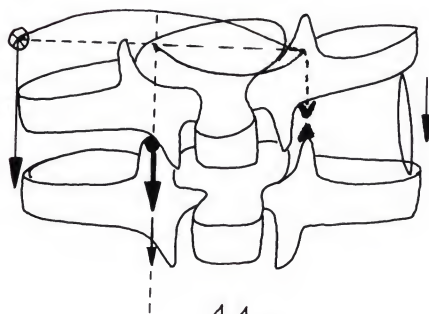
42a



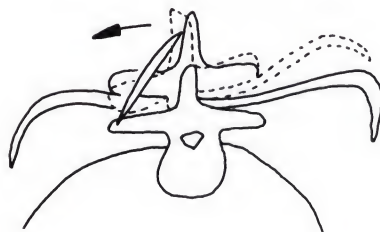
41b



42b



41c



42c

Le stade fonctionnel de déviation de l'étage vertébral

Des conditions biomécaniques susceptibles d'être déviatoires de l'étage vertébral apparaissent dès que la ligne de gravité quitte, en moyenne fonctionnelle, la largeur de l'espace inter-apophysaire.

Nous appelons cette situation le temps fonctionnel de déviation. L'ampleur de la latéralisation de G, la prolongation et la répétition de la position définissent alors le danger potentiel de déviation. Les facteurs déviatoires ci-après surviennent en effet :

- **la cunéiformité frontale du disque ;**
- **l'asymétrie physiologique de l'habitation apophysaire ;**
- **l'inflexion latérale du segment rachidien ;**
- **l'intensification des contraintes d'appui au niveau de l'articulation vertébrale concave et le dégagement de l'articulation vertébrale convexe ;**
- **l'accentuation de l'asymétrie frontale des activités d'habanage.**

- La cunéiformité frontale du disque

L'asymétrie des forces d'expansion intra-dscale du disque cunéiformisé correspond à une réduction de l'expansion verticale et latérale concave de la masse nucléaire et à l'accentuation de son expansion verticale et latérale convexe – fig. 33 b –.

Un cycle d'aggravation de la cunéiformisation frontale du disque est contenu dans ces données et, par voie de conséquence, un cycle d'aggravation de l'asymétrie frontale de l'ensemble de l'espace charnière inter-somato-apophysaire.

- L'asymétrie physiologique de l'habitation apophysaire

En cas d'asymétrie de l'habitation des articulations vertébrales, la fonction de pince-ouvrante dégage asymétriquement le disque au profit de la convexité et la fonction devient auto-déviatoire.

- L'inflexion latérale du segment rachidien

Le facteur déviatoire provient de l'agrandissement du moment frontal de G, particulièrement au niveau des vertèbres sommet. Les contraintes concaves s'intensifient donc – fig. 41 b –.

- L'intensification des contraintes d'appui au niveau de l'articulation vertébrale concave, le dégagement de l'articulation vertébrale convexe.

La latéralisation de G en dehors de l'appui apophysaire concave déclenche une activité passive en appui unipodal concave – levier inter-résistant –. L'appui apophysaire concave additionne alors les contraintes de charge et les tensions d'équilibration – fig. 41 c –. Si la composante de cisaillement l'emporte sur la composante de coaptation, le dérapage apophysaire survient, progressivement ou brusquement. C'est la désaxation de convergence des facettes apophysaires concaves.

Là, débute le premier stade pathologique de déviation puisque le mécanisme fixe le premier degré d'asymétrie des appuis postérieurs du levier vertébral. Cela signifie la perte de la symétrie d'appui postérieur lors du retour à la position de référence.

Les désaxations de convergence caractérisent particulièrement les étages dont les facettes apophysaires sont peu coaptées, c'est-à-dire celles situées au niveau des vertèbres en appui sur plan oblique arrière.

Il nous souvient d'un cas typique de désaxation en convergence touchant de nombreux étages. Il s'agissait d'une jeune fille de 16 ans, hyperlaxe, longue et très peu musclée ; elle présentait une attitude scoliotique caractérisée par une très longue courbure latérale du rachis et un hors-aplomb gauche de C7, de 6 cm, en référence au pli interfessier.

Au lieu d'utiliser des techniques gymniques d'inertie, nous avons – à la première séance – réalisé une sollicitation tangentielle de l'ensemble de ses articulations vertébrales concaves – le « quatrième temps » en kinésithérapie analytique du rachis rhumatisal. Les glissades de divergence survinrent en chaîne dès les premières sollicitations ; elles correspondaient à des glissades de déshabitation.

Dès la reprise de la position debout, le fil à plomb montra la disparition du hors-aplomb de 6 cm.

Nous avons revu la patiente huit jours plus tard ; le hors-aplomb était certes revenu ; nous nous y attendions puisque la coaptation apophysaire n'avait pas été améliorée.

La désaxation apophysaire concave caractérise donc déjà les attitudes scoliotiques. On les observe comme en rhumatologie. Le rachis est alors dévié car ses appuis postérieurs sont asymétriques en position de référence.

La désaxation concave détermine, en association avec la cunéiformisation annulaire et nucléaire, le premier degré de fixation du déséquilibre frontal et de l'extension lordosante unilatérale de la vertèbre.

Le stade de la dysmorphie physiologique est ainsi dépassé sans que la moindre dysmorphie structurale n'existe. Dès ce moment, la pince-ouvrante dégage asymétriquement le disque, même en position de référence.

Ce stade est extrêmement important car le processus déviatoire de l'étage vertébral est encore réversible, si les facettes apophysaires concaves hyperhabitées sont ressorties d'une façon non proportionnelle au mouvement.

La vertèbre de guingois par désaxation concave, boiteuse d'un pied, retrouve alors son harmonie mécanique et par là, la possibilité d'une fonction qui engendre de la correction par symétrie de l'expansion discale.

– L'accentuation de l'asymétrie frontale des activités d'haubanage

L'accentuation des activités d'haubanage du côté opposé à la latéralisation de G constitue une réaction d'équilibration globale de reverticalisation du rachis. Elle touche le psoas-iliaque ou les haubans postérieurs, selon que la ligne de gravité est postérieure ou antérieure.

Le stade pathomécanique de déviation de l'étage vertébral

L'accentuation de la latéralisation de G détermine peu à peu une importante dys-harmonie mécanique de l'étage vertébral qui tend à se fixer.

Les facteurs ci-après s'additionnent pour accélérer le rythme de la déviation.

- **la cunéiformité frontale et sagittale du disque, son affaissement concave et postéro-concave ;**
- **l'accentuation de la désaxation apophysaire concave ;**
- **l'appui apophysaire concave précoce d'extension ;**
- **la perte de la divergence terminale des facettes apophysaires concaves en fin de flexion ;**
- **la position courte de rétraction des tissus musculaires et capsulo-ligamentaires concaves ;**
- **la rotation vertébrale convexe et le mécanisme pathologique de torsion en appui unipodal concave ;**
- **la réduction et la perte de l'appui inter-apophysaire convexe et l'inhibition des activités musculaires convexes.**

- **La cunéiformité frontale et sagittale du disque et son affaissement concave et postéro-concave :**

A l'amortisseur hydraulique inter-somatique se substitue progressivement un amortisseur rigide beaucoup moins efficace. Les corps vertébraux subissent dès lors des contraintes mal amorties. Le pincement discal est plus marqué en arrière puisque la désaxation en convergence autorise le pincement postérieur.

- **L'accentuation de la désaxation apophysaire concave :**

L'insuffisance d'amortissement discal concave, dont nous avons vu les mécanismes, favorise l'aggravation de la désaxation apophysaire concave. L'inégalité de hauteur des points d'appui de la pince-ouvrante s'accroît. Elle déclenche l'apparition des trois facteurs perturbants suivants.

- **L'appui apophysaire concave précoce d'extension :**

L'importante habitation apophysaire concave détermine une prise d'appui plus précoce des facettes apophysaires concaves que celle des facettes apophysaires convexes. L'activité unipodale concave tend donc à prédominer, particulièrement quand G est en localisation postérieure concave. L'arthroception d'appui apophysaire passe donc plus précocement du côté concave que du côté convexe. Les érecteurs concaves sont donc plus précocement informés que les érecteurs convexes. La réduction de la chronaxie des muscles convexes, modification acquise dont parle Brussati, pourrait donc être une adaptation à l'asynchronisme des informations apophysaires concaves et convexes.

Remarquons que l'appui apophysaire précoce invite au mouvement pathologique de manège de la vertèbre autour de ce pivot concave. Nous l'analyserons plus loin.



Décoaptation apophysaire convexe

– La perte de la divergence terminale des facettes apophysaires concaves en fin de flexion du rachis :

Excessivement imbriquées, les facettes apophysaires concaves n'arrivent plus en divergence terminale de la flexion limite du segment rachidien auquel l'étage appartient. La flexion terminale du rachis ne détermine donc plus l'assouplissement du manchon péri-articulaire concave ni la tension d'assouplissement musculaire.

Dans la pratique, cela signifie qu'il faut réaxer les articulations vertébrales concaves avant d'assouplir les systèmes capsulo-ligamentaire et musculaire de l'étage vertébral, si l'on veut que la tension y survienne en fin de flexion.

– La position courte des tissus musculaires et capsulo-ligamentaires concaves :

Ceci est un corollaire de la désaxation en convergence concave au niveau de l'étage vertébral et de l'inflexion concave du segment rachidien. Elle correspond à une position unilatérale concave d'extension.

Lutter contre la rétraction concave constitue donc, très précocement, une finalité importante du traitement kinésithérapique puisque la désaxation en convergence que nous savons précoce invite d'emblée à ce mécanisme de rétraction. Si assouplir ne rigidifie pas, il n'en reste pas moins que la conservation des mécanismes de stabilité et de verrouillage de l'étage vertébral dépend de la souplesse des tissus concaves.

– La rotation vertébrale convexe :

Quatre facteurs peuvent justifier la rotation pathologique de la vertèbre scoliotique. Il arrive que le sens des sollicitations de ces différents facteurs soit inversé et que les forces qu'ils engendrent s'opposent. Ces facteurs sont :

- la latéralisation de la ligne de gravité ;**
- la rétraction des faisceaux rotateurs du transversaire épineux concave ;**
- la prédominance des activités d'haubanage postérieur convexe ;**
- le mécanisme pathologique de manège vertébral sur appui unipodal concave**

Nous avons déjà étudié les divers types de rotations de la vertèbre selon la localisation latérale de G et selon le sens de l'inclinaison du plan d'appui vertébral. La latéralisation de la gravité constitue donc un important facteur de rotation.

La rétraction des faisceaux rotateurs du transversaire épineux concave participe à la fixation, voire à l'aggravation, de la rotation convexe puisque ces muscles sont rotateurs controlatéraux.

Leur mise en tension par la flexion du segment rachidien accentue la rotation convexe au point d'aggraver la gibbosité convexe. C'est ce qui se passe lors de la grande flexion du tronc en avant – fig. 42 a, b, c –. Nous verrons que certaines efficacités peuvent être retirées de cette observation.

Les haubans postérieurs, le long dorsal et l'ilio-costal sont des rotateurs isolatéraux du rachis ; si leur prédominance survient dans la convexité, le rachis sera intensément sollicité en rotation de ce côté.

L'apparition du mécanisme pathologique de manège autour du pivot apophysaire unipodal concave provient de l'accentuation de l'appui concave – excès d'habi-

tation apophysaire et latéralisation de G – et de la décoaptation avec dégagement de l'articulation vertébrale convexe.

La rotation vertébrale physiologique, donc normale, réalise le glisser tangentiel des facettes apophysaires puisque ces surfaces constituent le lieu géométrique des points équidistants du centre de rotation de la vertèbre. Mais si la vertèbre devient dysmorphique ou si l'interligne est perturbé, la rotation tend à s'effectuer en prenant l'articulation vertébrale concave comme pivot unique.

Si la vertèbre supérieure tourne, la vertèbre inférieure étant considérée comme fixe, l'appui apophysaire s'accroît au niveau de l'apophyse articulaire controlatérale au mouvement tandis que l'espace inter-apophysaire isolatéral au mouvement s'élargit – fig. 43 a, cliché p. 90 –.

La vertèbre se trouve ainsi en appui unipodal du côté opposé à la rotation, c'est-à-dire, dans la scoliose, en appui unipodal concave. Comme la qualité du verrouillage de l'étage vertébral dépend par définition de l'intensité du double appui postérieur, l'étage vertébral est ainsi déverrouillé et par là, dérigidifié ; il est prêt à l'effondrement.

Ceci justifie que le rachis scoliotique modifie son rythme d'aggravation dès le moment où le mécanisme pathologique de rotation-torsion de l'étage vertébral se surajoute à l'inflexion latérale.

Ainsi, tant que seule l'inflexion latérale existe, le double appui – fût-il asymétrique – est conservé, et le verrouillage vertébral est donc préservé.

Dès que la vertèbre tourne, le mécanisme de rigidification anti-déviatoire est perdu. Le mécanisme de défense étant perdu, seule la sévérité des forces déviatoires va décider du rythme d'aggravation.

Ceci justifie que la kinésithérapie ne puisse suffire dès 25° d'inflexion latérale si la rotation-torsion est présente.

L'association du corset devient obligatoire alors qu'elle ne l'est pas tant que l'essentiel de la déviation est frontale. Le corset réduit l'intensité des forces déviatoires mais assure aussi d'autres efficacités.

– La réduction et la perte de l'appui inter-apophysaire convexe détermine l'inhibition des activités musculaires convexes.

L'élargissement de l'interligne apophysaire convexe ou la simple réduction de l'intensité de l'appui à ce niveau n'est pas seulement perturbant sur le plan biomécanique ; il l'est aussi sur le plan des réponses myotatiques du fait de la suppression ou de la réduction de l'information arthroceptive convexe, baroceptive notamment.

Les activités de la musculature convexe s'en trouvent partiellement ou totalement inhibées. La vigilance musculaire du contrôle de l'étage vertébral est réduite. Les transversaires épineux convexes, rotateurs concaves dans leur fonction et coaptateurs apophysaires, ne peuvent plus correctement jouer leur rôle ; un cycle de dérangement de l'étage vertébral naît de cette situation.

Nous étudierons séparément cet aspect arthroceptif en analysant les observations que nous avons réalisées au cours de notre pratique analytique du rachis rhumatismal.

Les mécanismes d'apparition des dysmorphies structurales de l'étage vertébral

La fig. 43 b visualise la vertèbre dysmorphique.

Le corps vertébral cunéiformisé dans le plan frontal correspond à une croissance réduite du côté concave et à une croissance normale du côté convexe.

C'est généralement le plateau supérieur de la vertèbre qui souffre le plus, particulièrement dans sa moitié concave. Ces caractéristiques correspondent à la latéralisation et à l'intensification des contraintes concaves : manque d'ampleur du dégagement concave par appui unipodal concave trop bas et addition des contraintes gravitaires et des contraintes de tension musculaire de stabilisation frontale.

La déformation des pédicules, qui sont des zones de croissance osseuse, est la concrétisation des sollicitations pathomécaniques de rotation.

Le pédicule concave est en effet mince et allongé. Ceci correspond à la sollicitation de rotation controlatérale et à la retenue du crochet apophysaire concave – fig. 43 b –.

Le pédicule convexe sollicité en compression et en position courte, est épais et court – fig. 43 b –.

Les sollicitations traumatisantes touchent donc le pédicule concave, on y observe des anomalies de croissance.

La rotation crée l'avancée de l'apophyse transverse concave et le recul de l'apophyse transverse convexe – fig. 43 b –. Cette dernière situation détermine, au niveau dorsal, la traction postérieure de la côte solidarisée à l'apophyse transverse par le puissant ligament costo-transversaire – fig. 43 b –.

L'apophyse épineuse est généralement déviée vers la concavité mais l'action de retenue des muscles courts, rotateurs convexes, fait que l'ampleur de sa déviation est moindre que celle du corps vertébral. Il s'ensuit que l'axe sagittal du corps vertébral et celui de l'apophyse épineuse forment un angle ouvert du côté convexe – fig. 43 b –. Deux facteurs d'erreur existent donc si l'on veut évaluer l'ampleur de la déviation par simple palpation et tracé des épineuses. Cette règle n'est toutefois pas absolue et on observe parfois la déviation convexe de l'épineuse.

Le tassement des apophyses articulaires concaves correspond, sur le plan pathomécanique, à la désaxation apophysaire concave par accentuation des contraintes d'appui ; ici, la croissance est en cause.

Le pincement discal peut atteindre le stade du contact intersomatique et déterminer la prolifération ostéophytique latérale. Le nucleus pulposus est globalement refoulé vers la convexité. La détérioration structurale du disque survient.

Au niveau dorsal, l'amarrage de la côte par le ligament costo-transversaire oblige la côte à suivre le mouvement de rotation vertébrale vers la convexité. La gibbosité costale postérieure convexe en est la conséquence. La situation inverse existant du côté concave, crée la gibbosité antérieure et le méplat postérieur – fig. 43 c –

DE LA RIGIDIFICATION DE L'ETAGE VERTEBRAL A LA RIGIDIFICATION GLOBALE DU RACHIS

La généralisation du verrouillage de l'étage vertébral au niveau d'un plus ou moins grand nombre d'étages détermine la rigidification segmentaire ou globale de l'empilement rachidien.

Si l'on tient comme postulat que l'intensité du double appui inter-apophysaire définit la qualité du verrouillage rigidifiant de l'étage vertébral, on peut d'emblée conclure que c'est en étudiant les effets apophysaires engendrés par la flexion, l'extension, l'inclinaison latérale et la rotation du rachis que l'on découvrira les effets rigidifiants ou dérigidifiants de ces mouvements sur l'empilement rachidien.

Flexion-extension du rachis et effets rigidifiants ou dérigidifiants

La flexion et l'extension déterminent le glissement tangentiel ascendant ou descendant des facettes apophysaires. Ces conditions n'accentuent pas a priori l'appui apophysaire.

Mais, quand l'étage vertébral arrive en antéro-basculé terminale en fin de flexion, le double appui s'intensifie par mise en tension des systèmes capsulo-ligamentaires et musculaires postérieurs. Le verrouillage du double appui survient.

Il en est de même en postéro-basculé terminale de l'étage vertébral quand l'habitation apophysaire devient limite ou sublimite. La prise d'appui survient certes plus précocement et plus intensément si l'extension provient de la contraction des transversaires épineux que si l'extension est passive.

Le rythme de verrouillage rigidifiant de l'empilement rachidien diffère donc selon qu'il provient de la flexion ou de l'extension du rachis.

Klapp a étudié ces aspects mais en tenant uniquement compte de ses types d'exercices. Sa conclusion est que le rachis se verrouille de haut en bas – en flexion – et de bas en haut – en extension. Passons ces affirmations à l'analyse biomécanique.

Quand le rachis se fléchit par le haut, la tension postérieure survient et verrouille d'abord l'étage C1 sur C2. Quand la tension y est limite, la divergence progressive gagne C2 - C3 et ainsi de suite, au fur et à mesure que la flexion globale du segment rachidien supérieur se poursuit – fig. 44 a –.

Le verrouillage rigidifiant s'effectue donc bien de haut en bas dans ces conditions et les vertèbres libres, donc électivement mobilisables, se situent juste au-dessous des étages verrouillés.

Mais le mécanisme de verrouillage en flexion peut aussi partir du bas du rachis et s'effectuer de bas en haut si le bassin se fléchit sur l'abdomen. La flexion met alors, en

divergence terminale, S 1 sur L 5, puis L 5 sur L 4 et ainsi de suite jusqu'à très haut dans le rachis si, en coucher dorsal par exemple, les pieds vont toucher le sol derrière la tête. Dans ce cas, le verrouillage rigidifiant en flexion s'effectue, non de haut en bas, mais de bas en haut. Les vertèbres libres, donc électivement mobilisables, se situent ici juste au-dessus des étages rigidifiés.

On peut également réaliser simultanément la flexion du haut et du bas du rachis. On rigidifie donc en même temps le rachis inférieur et le rachis supérieur – les vertèbres libres mobilisables ou non verrouillées se localisent à la rencontre des deux segments rigidifiés.

La règle n'est donc pas tout à fait celle que Klapp a proposée. La loi physiologique du verrouillage vertébral en flexion est plutôt celle-ci :

Le rachis se rigidifie en flexion par la mise en tension du système capsulo-ligamentaire et musculaire postérieur, tension qui accentue la double coaptation apophysaire postérieure. Le verrouillage s'effectue ainsi d'étage en étage, du segment mobile vers le segment fixe, de haut en bas ou de bas en haut, ou simultanément de bas en haut et de haut en bas selon que le segment mobile est cervical ou pelvien, ou les deux.

Ce mode de rigidification rachidienne est assouplissant du rachis postérieur, assouplissant des systèmes capsulo-ligamentaires et musculaires ; il écrase le rachis antérieur.

Quand on réalise l'extension rachidienne, le bassin étant le socle d'appui, le verrouillage se produit bien, comme l'a dit Klapp, de bas en haut ; L 5 se verrouille en effet sur S 1 par double appui d'habitation limite progressive ; L 4 s'imbrique et se rigidifie à son tour sur L 5, puis vient L 3 et ainsi de suite ; la vertèbre inférieure doit en effet être verrouillée pour que la suivante puisse y prendre appui – fig. 44 b –.

Mais ce mécanisme de verrouillage peut également survenir à partir du rachis cervical. L'extension rigidifie alors le rachis de haut en bas. Il suffit de donner un appui à la nuque pour que l'habitation et la double prise d'appui se réalise, étage par étage, de C 1 vers C 2 - c 3 - c 4 - ...

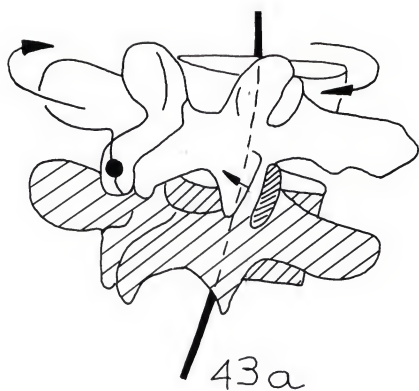
Et, si un sujet réalise une extension dorsale en ayant un double appui pelvien et céphalique, le verrouillage surviendra simultanément de bas en haut et de haut en bas. Ici, comme lors des verrouillages en flexion, les étages libres, mobilisables électivement ou susceptibles de se déranger puisque non verrouillés, se localisent soit en-dessous, soit au-dessus, soit dans la zone intermédiaire.

La règle de la rigidification en extension n'est donc pas tout à fait celle de Klapp mais plutôt celle-ci :

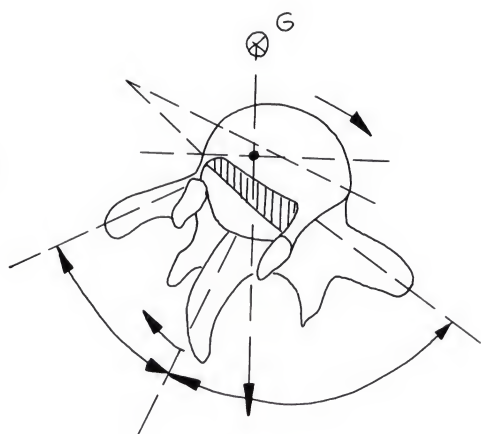
Le rachis se rigidifie en extension par accentuation du double appui d'habitation apophysaire sub-terminale ou terminale. Le verrouillage s'effectue d'étage en étage, du segment fixe vers le segment mobile, que le segment fixe soit pelvien, céphalique ou les deux.

Ce mode de rigidification tonifie mais rétracte le rachis postérieur. Il dégage l'empilement antérieur.

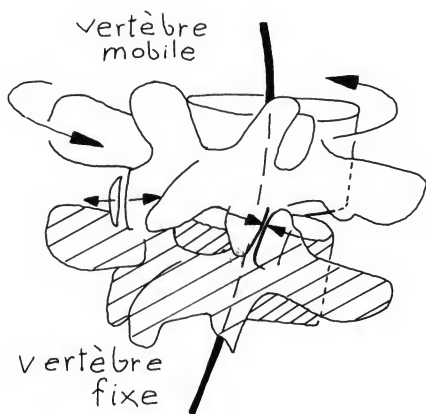
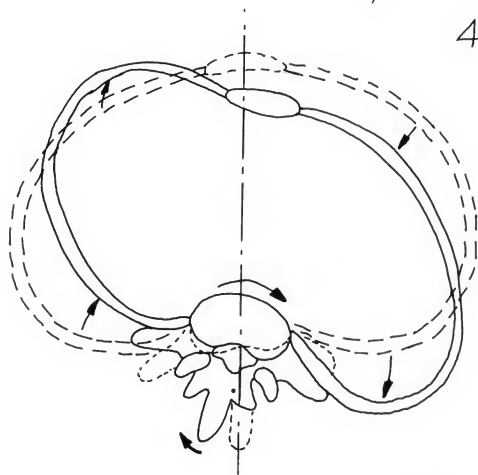
Ces règles sont d'application, soit pour rigidifier un segment rachidien déterminé, soit pour assouplir un segment rachidien déterminé tout en le rigidifiant, soit pour localiser des sollicitations correctrices à un niveau déterminé du rachis, soit pour utiliser des segments rigidifiés comme leviers.



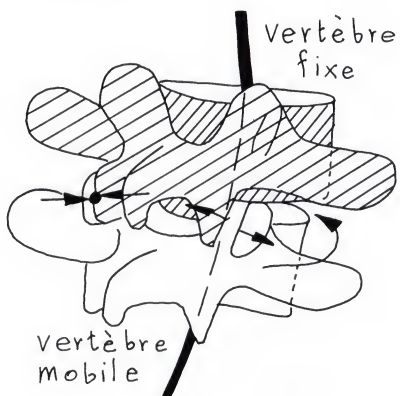
43a



43b



45a



45b

—— L'inclinaison latérale du rachis, ses effets rigidifiants, dérigidifiants et de rotation automatique

En intensifiant unilatéralement l'appui du côté de l'articulation vertébrale convergée, l'inclinaison latérale invite à l'activité à prédominance unipodale puisqu'elle réduit l'appui apophysaire du côté divergé. Nous savons que l'appui unipodal constitue une position d'instabilité de la vertèbre. Il s'ensuit que les effets engendrés peuvent être positifs ou négatifs, selon la situation préexistante et le côté de l'inflexion.

Dans le traitement de la scoliose, l'état d'instabilité unipodale s'utilise. Il permet non seulement de dégager la concavité si l'inclinaison est convexe, mais de déterminer la rotation concave automatique de la vertèbre, rotation de détorsion – correctrice donc si l'inclinaison latérale s'effectue en extension.

Le **mécanisme** en est le suivant :

On habite préalablement au maximum bilatéralement les facettes apophysaires par une extension subterminale des étages à corriger. Lorsque le glisser de convergence, né de l'inclinaison convexe, vient s'ajouter à cette première situation, l'habitation étant à la limite, la rotation controlatérale en subappui unilatéral convexe survient. C'est la rotation automatique qu'utilise Burger-Wagner lors de certains exercices. L'exercice dit « du chandelier » joue notamment sur la synchronisation biomécanique de l'extension et de l'inclinaison latérale convexe pour détordre automatiquement le segment lombaire vers la concavité. Nous verrons ce que le carré des lombes, muscle que nous savons rotateur isolatéral, participe à cette dérotation.

Il est à noter que l'inclinaison latérale d'un étage n'exerce aucune efficacité de dégagement controlatéral si l'articulation vertébrale isolatérale à l'inclinaison n'est pas en réel appui au cours du mouvement.

Le glisser de convergence du côté de l'inclinaison et le glisser de divergence controlatéral sont alors en effet d'ampleur égale. On ne peut dès lors parler réellement de dégagement. Rien n'est modifié lors du retour à la position de départ.

En pratique, ceci signifie que l'intensification de l'appui apophysaire devra être fortement assuré du côté de l'inclinaison si l'on veut atteindre l'efficacité du dégagement controlatéral.

Nous verrons ailleurs que l'inclinaison latérale convexe, réalisée en flexion, détermine la rotation convexe automatique suite à la mise en tension des muscles transversaires épineux concaves, muscles qui sont rotateurs controlatéraux.

—— Rotation du rachis et effets rigidifiants ou dérigidifiants

La rotation, même physiologique, en fin de course, l'accentuation de l'appui apophysaire d'un côté, et sa réduction de l'autre.

Ce phénomène constitue un paradoxe, du fait que la coaptation apophysaire et la décoaptation apophysaire controlatérale s'inversent selon que la rotation du rachis s'effectue de haut en bas ou de bas en haut. Nous nous proposons

d'appeler ce paradoxe : «le paradoxe de Sohier» du fait que nous avons longtemps oublié l'extrême importance de ce phénomène qui, par ailleurs, n'a pas encore été décrit.

A la fig. 45 a et la photo 45 a', la vertèbre supérieure tourne vers la gauche – concavité – ; l'accentuation de la coaptation apophysaire survient à droite – convexité – et la décoaptation à gauche – concavité –.

A la fig. 45 b et la photo 45 b', la vertèbre inférieure tourne vers la gauche – concavité – ; l'accentuation de la coaptation apophysaire survient à gauche – concavité – et la décoaptation à droite – convexité –.

Le paradoxe de Sohier, c'est donc l'inversion des effets de la rotation vertébrale sur les mécanismes de verrouillage de la vertèbre selon que le mouvement s'effectue de haut en bas ou de bas en haut.

Tenir compte de cette observation d'apparence futile apparaît comme extrêmement important dans les scolioses. Elle permet d'éviter la contre-indication. Nous savons que la rotation-torsion convexe pathologique, propre à la scoliose, pivote en appui sur le pied apophysaire concave, a pour effet de décoapter les facettes apophysaires convexes et par là, de déterminer l'effondrement du rachis par déverrouillage des éléments empilés – fig. 43 a –.

Il s'ensuit que, dans la scoliose, la rotation vertébrale vers la concavité, rotation qui a pour effet de recoapter les facettes apophysaires convexes si le mouvement s'effectue de haut en bas, réalise des conditions rigidifiantes de grande efficacité thérapeutique.

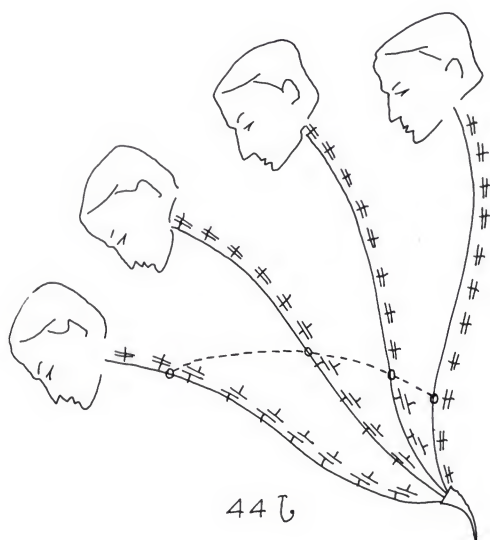
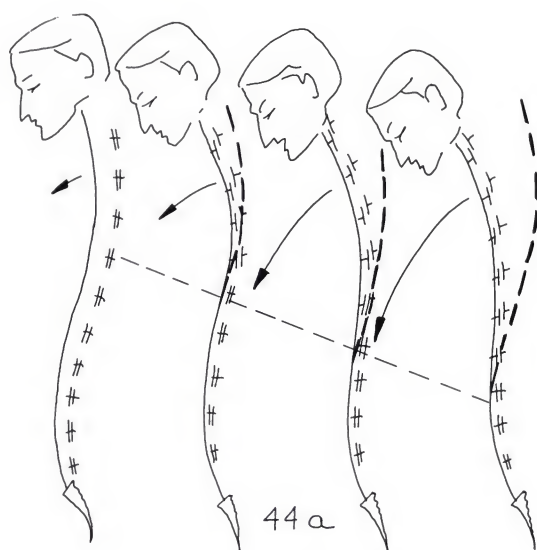
Cette recoaptation apophysaire restitue le double appui, reverrouille l'étage vertébral, limite la rotation-torsion sur appui concave, relance l'activité bipodale et l'information arthroceptive des muscles convexes. Si le mouvement se généralise, le rachis recouvre sa rigidité au niveau des étages recoaptés.

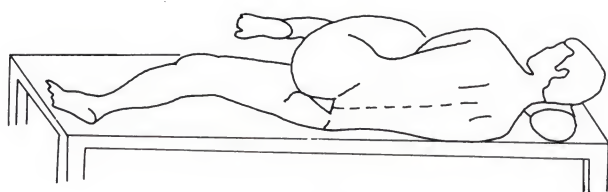
Le paradoxe vient de ce que la rotation concave, effectuée en partant du bas, réalise également la détorsion du rachis scoliotique mais accentue la décoaptation des apophyses articulaires convexes – fig. 45 b, 45 b' –. Elle accentue, au contraire, l'intensité de la coaptation concave.

Ces mécanismes déterminent ainsi des conditions autorisant l'effondrement de l'empilement rachidien puisque détordre par le bas a pour effet de dérigidifier le rachis dévié.

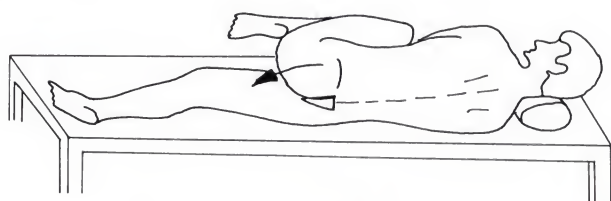
En kinésithérapie, c'est donc uniquement en détordant le rachis scoliotique de haut en bas qu'il est possible de corriger la déviation, en évitant les effets contre-indiqués de la décoaptation et, au contraire, de bénéficier des effets verrouilleurs de la coaptation convexe.

L'observation est valable pour le segment lombaire comme pour le segment dorsal. Nous croyons donc qu'il n'est pas indiqué d'utiliser la torsion pelvienne pour détordre le rachis lombaire. Tout au plus, pourrait-on imaginer de l'employer si la charge sollicitant l'empilement a été supprimée et si la rigidification du segment lombaire n'est pas souhaitée. Ces conditions ne sont, de toute façon, pas assouplissantes de la concavité.

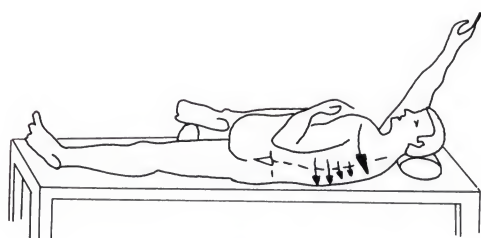




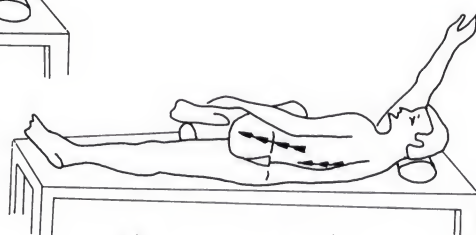
46a



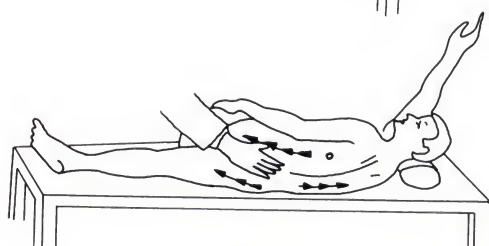
46b



46c

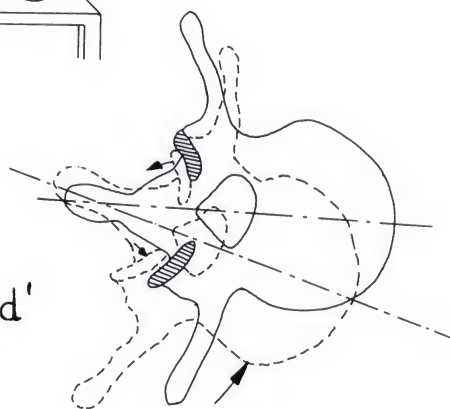


46d



46e

46 d'



ARTHROCEPTION INTER-APOPHYSAIRE ET REPONSES DES MUSCLES DU PLAN POSTERIEUR

A cours de vingt-cinq années de mobilisations analytiques de patients atteints de lésions «rhumatismales» (coincement, tassement discal, désaxation apophysaire,...), nous nous sommes progressivement aperçus que les réponses des muscles du plan postérieur étaient accentuées, inhibées, unilatéralisées selon les conditions dans lesquelles nous plaçons les facettes apophysaires des articulations vertébrales. Les commandes synergiques ne sont pas uniquement d'origine centrale mais se modifient en fonction des conditions périphériques.

Ces observations nous ont ainsi progressivement permis de jouer sur le degré de convergence ou de divergence apophysaire, sur l'intensité de l'appui apophysaire, sur la décoaptation apophysaire – uni- ou bilatérale – selon que nous souhaitions déclencher, intensifier, inhiber ou unilatéraliser la réponse des muscles érecteurs du rachis.

Ainsi, partis d'une finalité d'analyse purement biomécanique, nous trouvons-nous dans la possibilité d'utiliser l'arthroception apophysaire pour influencer les réponses des muscles rachidiens.

En kinésithérapie analytique du rachis rhumatismal, nous réalisons ainsi des activités musculaires unilatérales, du côté sain, tandis que le côté lésé inhibé reste indolore grâce au silence musculaire. Le patient, non informé des faits, ne se rend pas compte de la sélectivité de ses activités musculaires, lors de ses contractions volontaires commandées globalement.

Nous n'avons pas objectivé ces faits par électromyographie. Nos possibilités techniques dans ce domaine ne nous permettent pas d'être suffisamment précis pour «piquer» électivement tel hauban ou tel multifide ou tels rotateurs.

Dans la pratique journalière, les accentuations ou les inhibitions des activités musculaires globales sont tellement probantes par simple palpation que ces faits peuvent être contrôlés et recontrôlés. Nous les avons donc placés parmi nos «certitudes préalables». Chacun peut et doit refaire ces expériences en contrôlant le muscle de la main.

Nous souhaiterions aussi que d'autres, mieux outillés que nous et plus orientés vers ce type de recherches objectivent et, surtout, qualifient et personnalisent ces «silences» ou ces intensifications d'activités musculaires. La décoaptation inter-apophysaire convexe propre à l'étage scoliotique justifie-t-elle notamment certains silences des muscles convexes du plan postérieur ?

Nous utilisons en tout cas ces principes pour sélectionner des activités musculaires chez le scoliotique.

Munis de ces données, il était tentant d'essayer d'observer le rachis dévié en en tenant compte et, surtout, d'essayer de voir si l'on ne pouvait déclencher électivement, sans que le patient en décide, des activités musculaires précises et certes correctrices.

Les principes étant posés, voyons – à l'occasion de la « mobilisation analytique du rachis lombaire », que nous utilisons en rhumatologie – quels types de réactions musculaires surviennent selon les conditions dans lesquelles se trouvent les articulations vertébrales.

Nous réalisons habituellement la mobilisation analytique du rachis lombaire en cinq temps successifs ; chacun d'eux engendre une série d'efficacités vis-à-vis des tissus mous, du disque, du système nerveux, des articulations inter-apophysaires.

Nous n'analyserons ici que les conditions assurées au niveau de ces dernières. Nous avons étudié les autres problèmes dans nos livres consacrées à la kinésithérapie analytique en rhumatologie.

Si nous choisissons le segment lombaire pour cette démonstration, c'est qu'il assure une liberté vertébrale permettant de jouer sur la position des facettes apophysaires et de les placer dans des positions précises, dont on souhaite juger des effets.

Nous réalisons les cinq temps, le patient étant en position « coucher latéral » sur côté sain.

Le premier temps consiste en une mise en cyphose terminale passive du rachis lombaire et dorsal inférieur par postéro-basculé limite du bassin – fig. 46 –.

La position des apophyses articulaires est alors la divergence terminale. Il existe donc une diminution de la grandeur des surfaces apophysaires en appui, une position haute des appuis et une coaptation apophysaire de tension capsulo-ligamentaire et musculaire – fig. 46 a –.

Si, à partir de cette situation, nous demandons au sujet de réaliser une extension statique active résistée du rachis lombaire – la main du kinésithérapeute lui fixant le bassin –, nous constatons le plus généralement, sauf si le sujet a un rachis très enraidé ou hyperlordosé, que la réponse musculaire ne vient pas, même si la personne est musculairement bien entraînée, gymnaste ou kinésithérapeute !

Si le sujet insiste en reprenant ses commandes volontaires, la contraction bilatérale d'extension survient mais elle se localise généralement au-dessus du segment cyphosé.

Si nous relâchons très discrètement la divergence terminale, la contraction bilatérale survient mais elle reste peu puissante. Si nous permettons un peu plus de convergence apophysaire, la contraction peut devenir puissante.

Le deuxième temps consiste en une sollicitation latérale du bassin du côté opposé à la table – fig. 46 b –.

Il assure l'ouverture de l'articulation vertébrale isolatérale ou, du moins, assure une mise en tension des tissus mous postérieurs de ce côté. Nous y reviendrons au chapitre technique car ce temps nous intéresse peu ici – il ne modifie pas les réactions musculaires du premier temps.

Le troisième temps réalise la rotation globale du rachis, étage par étage, de haut en bas, par traction sur le bras côté table – fig. 46 c –. La position terminale de torsion assure un certain degré de lordose lombaire.

Cette rotation globale du rachis, effectuée de haut en bas et en légère lordose, reconverge partiellement les facettes apophysaires et accentue la coaptation apophysaire unilatéralement du côté table. Elle réduit au contraire l'appui apophysaire du côté opposé à la table lorsque la rotation de l'étage atteint la limite – fig. 46 d, d' –.

Ce troisième temps assure des conditions apophysaires différentes de l'un et de l'autre côté de l'empilement rachidien et, particulièrement, au niveau de la vertèbre située entre le segment fixe et le segment mis en rotation-torsion par la traction du bras ; il prépare la différenciation des activités musculaires du cinquième temps.

Le quatrième temps consiste en des sollicitations tangentielles des facettes apophysaires des articulations vertébrales du côté opposé à la table.

Ce temps réalise donc une finalité de déshabitation apophysaire, en pathologie à une réaxation apophysaire. Nous connaissons la justification, la réaxation apophysaire concave. Il ne nous intéresse pas ici.

Le cinquième temps est celui de l'extension active du rachis lombaire ou dorsal, le kinésithérapeute fixant le bassin – fig. 46 e –.

C'est donc l'activité volontaire de pince-ouvrante. Mais, alors que le patient croit réaliser une extension par contraction bilatérale de ses extenseurs lombaires, c'est généralement une activité unilatérale des érecteurs du côté table, c'est-à-dire du côté des facettes apophysaires en accentuation de coaptation, qui se produit. Du côté où les interlignes apophysaires ont été élargis, la musculature reste flasque, même si la résistance au bassin est volontairement uniquement sagittale.

En rhumatologie, il arrive assez souvent que la contraction soit bilatérale mais asymétrique, l'intensité de la contraction musculaire étant nettement moins grande du côté décoapté. Dans ces cas, il suffit le plus généralement d'accentuer légèrement la torsion rachidienne – en tirant faiblement sur le bras placé en perpendicularité par rapport au rachis pour voir disparaître l'activité musculaire du côté opposé à la table.

Les règles ci-après, bien qu'elles ne soient pas – pour diverses raisons – toujours d'application, résument les lois de l'incidence de l'arthroception apophysaire et les effets sur les réactions des muscles du plan postérieur :

- **La divergence apophysaire terminale bilatérale inhibe bilatéralement les extenseurs du rachis**
- **Un certain degré d'habitation apophysaire favorise la contraction de ces muscles -- l'accentuation de l'habitation intensifie la puissance de leur contraction.**
- **La réduction unilatérale de l'appui apophysaire, par torsion de haut en bas, ou la décoaptation unilatérale des facettes apophysaires limitent ou empêchent totalement, isolatéralement, la contraction des extenseurs du rachis ; les extenseurs controlatéraux, au contraire, répondent parfaitement.**

Le **premier point** est à mettre en concordance avec les observations de Floyd et Sylver – biblio –, qui, en 1951 déjà, constataient par électromyographie qu'en fin de grande flexion du tronc en avant, les muscles du plan postérieur passaient leurs responsabilités au système capsulo-ligamentaire et à la visco-élasticité musculaire.

Morris et Cie – biblio – retrouvaient cette observation, bien que moins systématique.

quement. Le mémoire de D. Crehay – biblio – de Liège objective aussi cette règle puisqu'il montre la non-activité élective du transversaire épineux, sans doute des faisceaux rotateurs, au moment des positions limites de Klapp en cyphose.

Le **deuxième point** est d'observation journalière. Les gymnastes des Jeux Olympiques avaient, lors de l'effort, des courbes lordotiques totales, allant du sacrum à l'atlas ; les haltérophiles n'avaient rien à leur envier, le ventre en sus.

Quant au **troisième point**, il mérite une très très longue méditation ; il est l'ouverture vers d'autres manières de penser le rachis orthopédique.

Sur le plan biomécanique passif, nous savons déjà que la perte de l'appui convexe consécutif au mécanisme de rotation-torsion pathologique de la vertèbre déverrouille l'étage vertébral.

Nous voyons maintenant que ces conditions pathomécaniques n'engendrent pas seulement l'intensification fonctionnelle de l'activité en appui unipodal concave – responsable du dégagement frontal convexe, mais elles inhibent – par perturbation de l'arthroception baroceptive des muscles, les érecteurs rachidiens convexes susceptibles de lutter contre la rotation pathologique convexe de la vertèbre. Les courts rotateurs convexes sont en effet rotateurs controlatéraux.

Les transversaires épineux convexes, muscles sollicitant électivement l'étage vertébral en dérotation, sont inhibés pour lutter contre la déviation vertébrale, suite à la perte ou à la réduction du contact apophysaire convexe.

Les grands haubans convexes assurent difficilement la stabilité frontale alors qu'ils doivent lutter contre des contraintes gravitaires intensifiées par l'agrandissement du moment de G. Ils renoncent à faire travailler la pince-ouvrante en bipodal et à re-coapter l'appui postérieur convexe. Ils sont de plus rotateurs isolatéraux. Ils aggravent la rotation convexe.

On comprend que la rapidité de la déviation s'accroisse lorsqu'un tel cycle pathomécanique s'est installé. L'apparition de la rotation-torsion dans le rachis scoliotique constitue donc toujours un signe qui peut être avant-coureur d'un rapide effondrement de l'empilement rachidien.

Sur le plan thérapeutique, ceci justifie l'obligation d'une kinésithérapie qui doit, non seulement tenter de réharmoniser la hauteur des appuis apophysaires – équilibre frontal – pour obtenir des réponses de dégagement symétrique, de dégagement inter-somatique – pince-ouvrante –, mais justifie aussi et surtout la nécessité de ramener et d'intensifier le contact apophysaire convexe afin que les muscles convexes puissent répondre arthroceptivement au cours des activités d'extension. Le temps de l'extension active du rachis doit donc s'effectuer après que la détorsion, réalisée de haut en bas vers la concavité, ait réharmonisé les appuis convexes. A l'aspect biomécanique s'ajoute l'aspect arthroceptif.

L'effondrement des rachis qui se tordent et les silences musculaires anormaux lors des enregistrements électromyographiques des muscles du plan postérieur chez le scoliotique devraient donc aussi être étudiés sur le plan arthroceptif.

Sur le plan pratique, détordre pour coapter du côté convexe, détordre obligatoirement de haut en bas pour respecter les données du paradoxe de Sohier, et non de bas en haut, oblige à quitter la notion du parallélisme des ceintures.

SYNTHESE DU CHAPITRE DE BIOMECHANIQUE

Ce chapitre éclaire-t-il la «Nébuluse des intercorrélations déviantes» du rachis ? Il en définit tout au moins les mécanismes de l'érection, normale et pathologique, sous l'angle de ses composantes globales et analytiques.

La possibilité de proposer une classification biomécanique des déviations rachidiennes en trois types en résulte :

- **les déviations consécutives à la perturbation des mécanismes assurant et contrôlant l'érection globale de l'empilement vertébral ;**
- **les déviations par dérangement de la statique et, par là, de l'harmonie mécanique, des éléments empilés ;**
- **les déviations par dysmorphie des éléments empilés ou du contenu viscéral.**

Dans les cas de déviations consécutives à la perturbation des mécanismes assurant et contrôlant l'érection globale de l'empilement vertébral, les facteurs déviatoires sont extra-rachidiens.

C'est la perturbation de la localisation de G, l'asymétrie des tensions d'haubanage, l'incorrection du placement des axes de référence, les appuis des pieds déséquilibrés, les articulations intermédiaires des membres inférieurs non alignées, les sacro-iliaques en non-harmonie, la plate-forme sacrée basculée qu, aussi, l'incorrection du schéma corporel intégré.

Selon le cas, chacun de ces facteurs peut être à l'origine de la déviation ou en devenir la conséquence.

Quand ce type de déviation s'aggrave, il induit puis recrute d'autres facteurs déviatoires dans les deux autres types de déviation. La sommation joue, ce qui accélère le rythme d'aggravation.

Dans les cas de déviation consécutive au dérangement de la statique des éléments empilés, les facteurs déviatoires siègent au niveau de l'espace charnière inter-somato-apophysaire.

D'après ce que nous venons de voir, ces facteurs déviatoires peuvent être primitifs ou secondaires au premier ou second type de déviation.

Primitifs, c'est la perturbation structurale ou fonctionnelle de l'appui discal ou inter-apophysaire.

Secondaires, c'est la dysharmonie biomécanique du tripode disco-vertébral par latéralisation de G, désaxation apophysaire concave, rétraction concave, perte de l'appui apophysaire convexe, anarchie secondaire des réactions musculaires, dysmorphie vertébrale, dysmorphie discale.

Dans les cas de déviation consécutive à la dysmorphie des éléments empilés, le facteur déviatoire essentiel réside dans la morphologie anormale de la vertèbre, ce qui perturbe le levier vertébral et le socle d'appui. La dysmorphie viscérale, pulmonaire notamment, peut aussi perturber le mât rachidien par dysharmonie des sollicitations internes, appui et rétractions.

La dysmorphie vertébrale peut être primitive ou secondaire. C'est, dans le premier cas, la dysmorphie congénitale ou, qui sait, la dysmorphie vertébrale de la «maladie scoliotique». C'est, dans le second cas, la déformation vertébrale consécutive à l'intensification des contraintes d'écrasement, à la perturbation de leur répartition sur les surfaces d'appui, au dysfonctionnement de l'amortisseur hydraulique discal cunéiformisé, à la dysharmonie des réponses de la pince-ouvrante perturbée dans ses appuis.

Cette classification définit trois degrés de gravité.

Sont-ils l'enchaînement chronologique conduisant à la scoliose grave ? Sont-ils le processus pathomécanique permettant d'affirmer l'origine purement biomécanique de la scoliose idiopathique ? La qualité des tissus osseux est un autre facteur, dont nous ne pouvons cerner les composantes.

Nous nous abstenons donc de conclure, mais nous pouvons affirmer que les trois types de facteurs déviatoires repris par la classification s'imbriquent de toute façon, une fois le mécanisme déviatoire nettement déclenché. Les cycles d'aggravation conduisent vers l'irréversibilité fonctionnelle dès qu'un certain degré de perturbation de la statique globale du rachis, de l'harmonie biomécanique de l'étage vertébral et des informations arthroceptives des muscles contrôlant l'empilement rachidien est atteint.

Limiter le cycle pathomécanique en jouant sur les trois grands types de facteurs déviatoires constitue en tout cas la finalité du traitement kinésithérapeutique.

Trois grandes orientations de traitement, ainsi que le contenu biomécanique et physiologique du traitement kinésithérapeutique «idéal» découlent de ces observations :

- **Dans les rachis déviés, dont les facteurs déviatoires sont extra-rachidiens, c'est aux causes perturbatrices primitives qu'il faut s'adresser.**

Il ne faut pas redresser le rachis mais lui procurer les moyens d'être érigé dans les conditions d'appui, de rangement, de charge et de tension les meilleures, non déviatoires si possible. Eduquer la statique ne vient que bien plus tard, quand les conditions correctrices de base sont acquises. Si on ne peut assurer les moyens d'une érection correcte, il faut précocément soutenir pour reculer, autant que faire se peut, l'apparition du deuxième type de déviation.

- **Dans les rachis déviés, dont les facteurs déviatoires siègent principalement au niveau de l'espace charnière inter-vertébral, le rachis porte déjà en lui la genèse du cycle déviatoire par l'existence de la dysharmonie fonctionnelle, d'appui et de dégagement des éléments empilés.**

C'est donc l'espace charnière qu'il faut d'abord tenter de corriger, puisque l'érection globale ne peut survenir symétriquement que si l'harmonie des appuis postérieurs existe. Cela nous amène à affirmer que l'extension rachidienne est auto-déviatoire si l'asymétrie des appuis postérieurs persiste. Seule, l'extension en appui unipodal convexe est alors valable.

- **Dans le troisième type de rachis dévié, l'impossibilité de rendre une morphologie normale à la vertèbre ou au contenu viscéral perturbe définitivement l'appui somatique, la fonction du levier vertébral et la localisation de G. Ces trois facteurs déviatoires obligent à rechercher des appuis extérieurs pour suppléer à des conditions gravement auto-déviantes – corsets –.**

Il n'en reste pas moins vrai que la biomécanique nous a montré l'importance de la rigidification maximale de l'étage vertébral par l'accentuation des mécanismes de verrouillage de la vertèbre. Intensifier l'appui apophysaire convexe ou le réassurer limite l'effondrement rachidien et ce, d'autant plus que les inhibitions musculaires convexes se lèvent.

Ainsi, apparaît le contenu théorique du traitement correcteur idéal.

Il doit rassembler des efficacités en tenant compte de l'importance à accorder à chacun des trois niveaux de la défaillance rachidienne.

Sur le plan biomécanique, il doit se construire en pensant «forces correctrices» et non uniquement «formes à corriger».

Sur le plan arthroceptif, il tiendra compte des possibilités d'inhibition ou d'accentuation des réponses musculaires.

Sur le plan de la raideur, la fixation de la déviation rachidienne trouve ses origines premières dans le dérapage apophysaire concave, dans la cunéiformité discale de pin-

cement concave, dans la fibrose puis la rétraction capsulo-ligamentaire et musculaire concave. Il convient de lutter précocément contre ces états.

Sur le plan du schéma corporel, il donnera au sujet les moyens de sa statique, avant d'exiger cette statique. Celle-ci se construira en référence aux axes d'appui, localisation de G et tension musculaire, non à des notions de rectitude euclidienne ou esthétique.

Sur le plan de l'état de santé général, la revalorisation physiologique sera entreprise. Les déformations thoraciques créent en effet l'insuffisance cardio-pulmonaire.

Si l'aggravation s'accélère, le stade des appuis par appareillage ne sera pas trop tardif – corsets, plâtres –.

La chirurgie démontre, s'il en était besoin, la sévérité des facteurs déviatoires une fois l'anarchie biomécanique survenue.

Les observations des enregistrements électromyographiques nous ont montré la nécessité de s'adapter aux modes de contraction différents des muscles haubans et des courts rotateurs déclenchant électivement les activités de pince-ouvrante.

Les courts et longs lamellaires convexes, muscles dérotateurs de la vertèbre scoliotique et expanseurs de la concavité du disque, devront donc être travaillés par des contractions courtes survenant en bouffées non maintenues.

Des repos seront à respecter entre chaque série de contractions car, quand ce travail est électif, la contracture de ces faisceaux musculaires survient promptement. Toutes activités d'extension ou de rotation concave maintenues déclenchent la participation peu souhaitable des haubans concaves, muscles que nous savons inflechisseurs isolatéraux donc vers la concavité.

L'image que l'on doit avoir des activités comparées des muscles de l'étage et des muscles haubans est celle d'une pince-ouvrante dégagée en un premier temps par les faisceaux courts et maintenue, en un second temps, par l'activité globale des tensions d'haubanage.

Les haubans sous-tendent l'arc dont la courbure a été créée par les muscles de l'étage.

Définition des scolioses

La **scoliose** peut se définir par :

- son origine
- l'âge d'apparition
- la gravité des angulations
- la localisation des courbures
- les caractéristiques pathomécaniques
- le pronostic évolutif

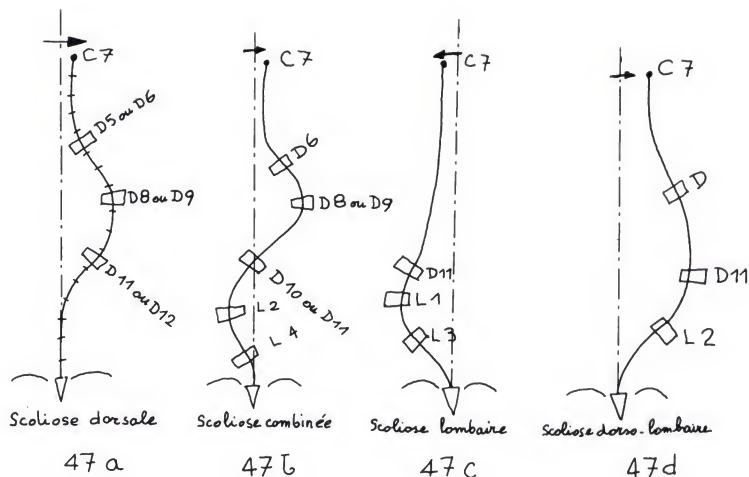
Origine

Il y a les scolioses dont les causes sont connues.

Il y a les scolioses idiopathiques, dites essentielles, dont la ou les causes sont inconnues.

En citant les premières, on connaît d'emblée contre quel facteur causal on peut ou ne peut pas lutter, en sus des facteurs pathomécaniques étudiés au cours du premier chapitre.

- La scoliose sur malformation, congénitale ou acquise, de la vertèbre, corps vertébral ou arc postérieur – hémivertèbre, spondylolyse, ...
- La scoliose sur perturbation neurogène des muscles : paralysie, spasticité, poliomyélite, hémiplégie, Friedreich, infirmité motrice cérébrale, syringomyélie, ...
- La scoliose dans la maladie de Morquio – trouble d'ossification des épiphyses.
- La scoliose dans la maladie de Marfan – maladie chromosomique – malformations extrarachidiennes associées.
- La scoliose antalgique, parfois momentanée mais pouvant fixer des déviations en cas de chronicité des algies.
- La scoliose sur thoracotomie, sur cicatrices rétractiles importantes – brûlures.
- La scoliose sur dysmorphie pulmonaire.
- La scoliose par déséquilibre de la plate-forme d'appui pelvien.



Quant aux scolioses idiopathiques, elles restent encore un mystère.

Beaucoup de causes sont proposées : mécaniques, nerveuses, métaboliques. Il n'appartient pas à notre propos de donner notre avis. Il y a cependant – comme nous l'avons déjà signalé – qu'une fois la déviation déclenchée, les facteurs pathomécaniques créent un cycle auto-déviateur que la kinésithérapie peut aider à contrer.

Age d'apparition

Cinq classes de scolioses existent selon l'âge d'apparition :

- la scoliose du nourrisson
- la scoliose infantile
- la scoliose juvénile
- la scoliose de l'adolescent
- la scoliose de l'adulte

La scoliose du nourrisson survient avant un an. Elle touche plus les garçons que les filles. Elle se réduit généralement si les positions de décubitus sont contrôlées et le décubitus ventral pour l'essentiel utilisé.

La scoliose infantile débute avant l'âge de 4 ans. Comme chaque période de croissance aggrave la déviation, le pronostic d'évolution est donc peu favorable.

La scoliose juvénile apparaît vers 7-8 ans. Elle a donc, elle aussi, des périodes de croissance à traverser.

La scoliose de l'adolescent survient en période pubertaire. Elle se localise le plus souvent au rachis lombaire.

La scoliose de l'adulte provient souvent de la mise en guingois d'un ou de plusieurs espaces inter-somato-apophysaires, consécutivement à la détérioration de l'amortisseur discal, ou à la désaxation apophysaire unipodale, ou aux contractures antalgiques, ou à l'association de ces trois facteurs. La dysmorphie vertébrale arthrosique et ostéoporotique d'involution vient ajouter à la déviation.

Ceci sont des stades chronologiques théoriques car la découverte d'une scoliose ne survient généralement que lorsqu'un certain degré de gravité – donc une certaine angulation – existe.

Il est donc difficile d'affirmer qu'aucune déviation ne préexistait lors du diagnostic de scoliose, juvénile par exemple. Les périodes de croissance sont des périodes d'aggravation.

Une déviation modérée peut donc constituer le facteur prédisposant, sur lequel se greffe un facteur déclenchant – une période de croissance ou un stade pathomécanique auto-déviant ...

Ceci justifie, croyons-nous, une kinésithérapie précoce des déviations mineures, chez les sujets jeunes.

La scoliose idiopathique ne serait-elle pas une scoliose mécanique ayant atteint des conditions pathomécaniques autodéviantes ? Dans tous les cas, 25% des scolioses sont « idiopathiques » et par là, de pronostic sévère. Il est donc préférable de soigner « inutilement » une scoliose à avenir bénin que d'oublier de traiter une scoliose idiopathique.

Gravité des angulations

Trois degrés de gravité sont théoriquement à prendre en considération :

- moins de 25° à 30°
- de 25° à 50°
- plus de 50°

A ces trois degrés, correspondent trois types de traitement :

- Jusqu'à 30° d'angulation, le traitement de kinésithérapie peut suffire ;
- Plus de 30° et à partir de 25° si la composante de rotation est sévère : association du traitement d'orthopédie – plâtre, corset – et de la kinésithérapie.
- Plus de 50° : c'est la nécessité, chez l'enfant, d'une correction et d'une contention chirurgicale.

On remarquera que si la notion d'âge d'apparition de la déviation et celle d'aggravation des déviations en périodes de croissance sont associées à cette classification selon les degrés d'angulation, on s'aperçoit qu'une angulation de 20° chez un sujet de 8 ans (scoliose juvénile) invite à utiliser plus promptement le corset qu'une angulation de 30° chez un sujet de 16 ans qui, lui, est très proche de l'âge de maturité osseuse.

Schultess – biblio –, Ponseti et Friedamn – biblio –, Stagnara et Queneau – biblio –
résumant en cinq types principaux les formes de déviations. Nous reprenons ici leurs
travaux.

La scoliose dorsale

Elle s'étend généralement de D5-D6 à D11 - D12 - L1. Les vertèbres sommets sont D8
ou D9 – fig. 47 a – ; des dysmorphies somatiques souvent sévères y siègent.

Cette déviation engendre une importante dysmorphie thoracique. La gibbosité est
maximale puisque la torsion est maximale au milieu du dos.

La rotation des vertèbres amène en effet les côtes vers l'arrière puisque le puissant
ligament costo-transverse solidarise la côte à l'apophyse transverse.

Les courbures de compensation, au-dessus et en-dessous, sont généralement
modérées.

La translation convexe morphologique de l'ensemble du tronc est habituelle
– fig. 47 a –. Sur le plan biomécanique, la rotation déplace le centre de gravité du tronc
vers la convexité. La suspension d'haubanage est alors concave.

La scoliose combinée

Elle est caractérisée par l'existence de deux courbures primitives (une dorsale, une
lombaire) comme si l'ensemble de l'empilement rachidien répondait globalement à
une sollicitation déviatoire – fig. 47 b –.

La courbure dorsale s'étend sur cinq vertèbres – généralement de D6 à D10 (sommet
en D8, souvent dysmorphique).

La courbure lombaire, de sens opposé, couvre D11 à L3 (sommet en L2).

La rotation lombaire est sévère, même si la gibbosité reste moyenne. Le levier costal
n'est pas ici présent pour extérioriser la torsion.

Les courbures secondaires à ces deux courbures primitives dépendent du type de
statique, notamment en ce qui concerne L5.

La translation latérale du tronc s'effectue vers la convexité dorsale, bien que nous
sachions que la distribution symétrique des charges pondérales est ici plus équilibrée
et, par là, d'haubanage plus symétrique que dans la scoliose dorsale.

La scoliose lombaire

La courbure s'étend généralement de D11 à L3 (sommet en L1 ou L12) – fig. 47 C –.
La composante déviatoire est principalement de rotation. La cunéiformisation soma-
tique est rare ou tardive.

La compensation dorsale reste généralement mineure.

En L4-L5 existent parfois de véritables subluxations. Nous en avons vu l'origine biomécanique – inversion de l'inclinaison pelvienne et des tractions psöiques.

L'ensemble du corps translate vers la convexité lombaire – suspension psöique isolatérale ou haubannage postérieur concave –.

La scoliose dorso-lombaire

C'est une scoliose longue, qui s'étend sur sept à huit vertèbres, de D6-7 à L2-3 (sommet en D11-12) – fig. 47 d –.

La rotation constitue l'essentiel mais elle se répartit et n'est pas anguleuse comme dans la scoliose dorsale. La gibbosité est dès lors arrondie vers la charnière dorso-lombaire.

La translation frontale du corps s'effectue vers la convexité.

La scoliose cervico-dorsale

Elle s'étend de C6-7 à D2-3-4. La cunéiformité somatique est généralement sévère. Il semble qu'un certain degré de dysmorphie vertébrale préexiste. L'omoplate est soulevée en cyphose.

Le reste du rachis, en courbure de compensation de sens opposé, montre une grande courbure peu sévère.

Caractéristiques pathomécaniques

Une, deux ou trois courbures – une primitive, les autres secondaires – caractérisent le rachis scoliotique, déviations survenant dans le plan frontal, horizontal et sagittal selon le degré de gravité.

Au début, seule la déviation frontale peut exister – inclinaison concave unique – ; aussi, bien que rarement, la déviation horizontale caractérisée par la rotation convexe du corps vertébral. La rotation est à l'origine de l'apparition des gibbosités, dorsale par déviation postérieure du gril costal convexe, lombaire par recul convexe des apophyses transverses des vertèbres lombaires.

A partir d'un certain degré de déviation – 20° –, les perturbations associent les trois plans de l'espace et souvent les dysmorphies vertébrales thoraciques, voire pelviennes.

L'analyse des mécanismes déviatoires de l'étage vertébral que nous avons faite au premier chapitre image au mieux le rythme déviatoire de l'étage vertébral dans les trois plans de l'espace. La déviation globale en est la résultante.

C'est :

- la latéro-basculé par cunéiformité frontale du disque et de la vertèbre ;
- la postéro-basculé concave de la vertèbre par désaxation en convergence de l'articulation vertébrale concave et par pincement postéro-concave du disque ;
- La torsion convexe par rotation convexe du corps vertébral et rotation concave de l'apophyse épineuse.

Nous avons aussi décrit et classé en trois grands types les facteurs pathomécaniques susceptibles d'être l'élément primitif de la déviation ou secondaire d'aggravation :

- **anomalie d'appui et d'haubanage ;**
- **dysmorphie de l'espace charnière inter-somato-apophysaire ;**
- **dysmorphie vertébrale.**

Les caractéristiques pathomécaniques sont abordées lors de l'examen clinique, notamment quand le médecin veut distinguer « l'attitude scoliotique » de la « scoliose idiopathique » – voir examen dynamique.

Il est en effet classique d'interroger alors :

- 1) la liberté du rachis en inclinaison latérale ;
- 2) l'existence ou non d'une gibbosité en flexion du tronc en avant ;
- 3) la disparition ou non des déviations en décubitus – dorsal ou ventral.

Il est intéressant de constater que, pour ces trois tests, le diagnostic d'« attitude scoliotique » est posé quand l'état de souplesse persiste et celui de « scoliose vraie » si l'état de raideur existe.

La raideur constituerait donc les prémices de scoliose !

Nous nous permettons dès lors d'insister sur le fait que la désaxation en convergence des facettes apophysaires constitue le premier facteur biomécanique d'enraidissement. Ce mécanisme s'objective très bien dans les fractures avec tassement du corps vertébral et les affaissements discaux post-laminectomie. « Ressortir » les facettes apophysaires permet presque toujours de supprimer la raideur dans ces cas. Il en est de même dans les débuts de raideur « scoliotique ».

Ceci justifie, croyons-nous, l'importance des exercices de réaxation apophysaire.

Pronostic évolutif

Les scolioses idiopathiques étant évolutives jusqu'à maturité osseuse, la gravité des déformations sera d'autant plus sévère que l'affection apparaît précocément.

Ajoutons que les scolioses dorsales – surtout – et dorso-lombaires – moins – sont les plus graves, ce qui – sur le plan biomécanique – s'explique puisque les conditions d'appui des vertèbres qui y participent sont mauvaises. – décoaptation apophysaire par appui sur plan oblique arrière –.

Pour Stagnara, le pronostic d'évolution d'une scoliose dorsale infantile de 20°, à 3 ou 4 ans, est de 100° à 16 ans ; d'une scoliose dorsale juvénile de 20° à 9 ans, de 55 à 60° à 16 ans ; d'une scoliose lombaire de l'adolescent de 20° avant la poussée pubertaire, guère plus de 30° à 17 ans.

Après maturité osseuse (16 ans et demi chez les filles, 18 ans chez les garçons), la stabilité existe théoriquement si l'angulation de 50° n'est pas atteinte. Une aggravation lente peut survenir dès cette angulation.

Dans la pratique, toute déviation s'aggrave, même chez l'adulte, même sous 50°. La surveillance de tout rachis dévié s'impose donc et la kinésithérapie d'entretien de l'harmonie mécanique du rachis et des muscles qui la contrôlent est indiquée.

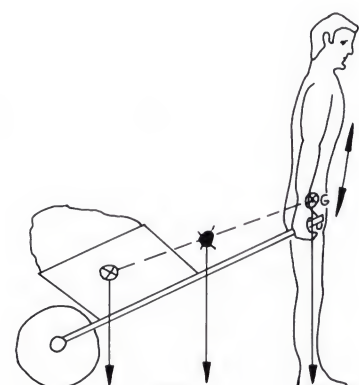
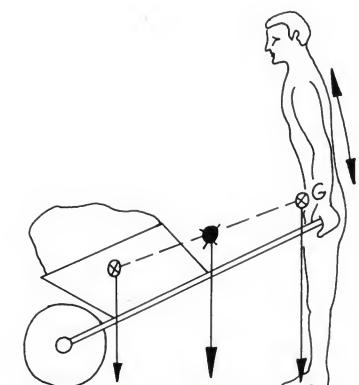
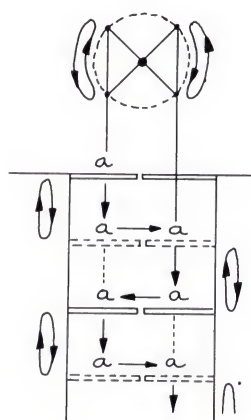
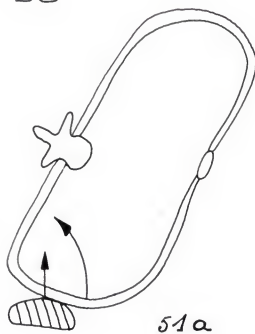
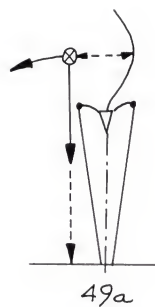
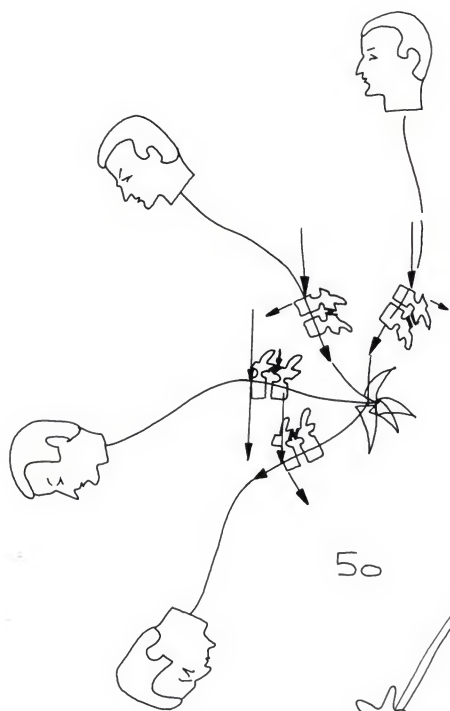
Principe d'efficacité des différentes techniques kinésithérapiques

Avant d'analyser les exercices proposés pour les scolioses par les différentes méthodes de gymnastique orthopédique, nous allons étudier les principes d'efficacité des facteurs correcteurs habituellement utilisés.

Une fois le principe d'efficacité établi et défini, nous n'y reviendrons plus lors de l'analyse des exercices pour justifier leur rendement, leurs insuffisances ou leurs contre-indications.

Nous analyserons les principes d'efficacité des facteurs ci-après :

- Principe d'efficacité de la station debout
- Principe d'efficacité de l'inclinaison antérieure du rachis
- Principe d'efficacité de l'inclinaison postérieure du rachis
- Principe d'efficacité du décubitus latéral
- Principe d'efficacité de la flexion et de l'extension du rachis
- Principe d'efficacité des segments homologues, cou et lombes
- Principe d'efficacité de l'autograndissement
- Principe d'efficacité du vérin hydro-pneumique viscéro-pulmonaire
- Principe d'efficacité des tractions
- Principe d'efficacité de la réaxation apophysaire concave
- Principe d'efficacité de la dérotation vers la concavité
- Principe d'efficacité de l'assouplissement concave
- Principe d'efficacité de la musculation postérieure convexe
- Principe d'efficacité de la musculation postérieure concave
- Principe d'efficacité de la musculation de la sangle abdominale
- Principe d'efficacité de la correction des épaules
- Principe d'efficacité de l'appui postérieur assuré à la nuque
- Principe d'efficacité de la poussée gibbositaire convexe
- Principe d'efficacité des appuis des mains
- Principe d'efficacité de la translation et de l'inclinaison latérale
- Principe d'efficacité du lancer du bras et de la jambe
- Principe d'efficacité de la musculation des membres inférieurs
- Principe d'efficacité de la correction du bassin



Principe d'efficacité de la station debout

Quel type de station érigée choisir, éduquer et tenter d'automatiser pour atteindre à l'efficacité rigidifiante maximale et par là, antidéviatoire du rachis ?

Nous optons, chaque fois que faire se peut, pour la station à ligne de gravité antérieure.

Les réactions myotatiques du plan postérieur sont en effet plus rigidifiantes de l'emplacement rachidien que celles du plan antérieur, du fait qu'elles verrouillent l'étagé vertébral – ce que ne font que très imparfaitement celles du plan antérieur.

L'expérience que nous proposons ci-après permet à chacun de ressentir sur sa propre colonne vertébrale la différence de rigidité existant dans l'un et l'autre cas, c'est-à-dire selon que la ligne de gravité est en avant ou en arrière de l'axe trans - coxo - fémoral.

Une brouette lourdement chargée et haut chargée est soulevée une première fois en l'ayant en avant de soi, une deuxième fois en tournant le dos à la brouette – fig. 48a,b – Dans les deux cas, on ferme les yeux, afin que la position «dos à la brouette» ne soit pas désavantagée par rapport à l'autre. On secoue alors latéralement la brouette pour en déterminer le déséquilibre frontal et le sujet d'expérience tente d'en rattraper l'équilibre.

Quand la brouette est en avant du sujet, le rattrapage s'effectue relativement facilement ; quand la brouette est en arrière, le sujet ressent son impuissance à réagir valablement.

Quelle différence existe dans l'un et l'autre cas ?

Lorsque la brouette est en avant, le centre de gravité de l'ensemble «homme-brouette» est obligatoirement en avant – fig. 48 a – ; c'est le plan postérieur qui travaille ; le rachis est puissamment rigidifié par les prises d'appui apophysaires ; le sujet éprouve la sensation d'un rachis rigide, non serpentant ; ses bras trouvent des appuis fermes au niveau de la ceinture scapulaire.

Lorsque la brouette est en arrière, le centre de gravité de l'ensemble «homme-brouette» est nécessairement en arrière – fig. 48 b –. La suspension du corps est antérieure ; le rachis contrôle mal ses appuis apophysaires ; le sujet a la sensation d'un rachis non rigidifié, serpentant sous la charge. La ceinture scapulaire ne donne pas d'appui ferme aux bras.

Cette expérience tend à faire ressentir à chacun l'insuffisance de rigidité physiologique du rachis en suspension antérieure. Les filles présentent, plus souvent que les garçons, ce type de statique. Serait-ce là l'explication – biomécanique tout au moins – du pourcentage élevé de scolioses rencontré chez elles ? – filles : 75% pour 25% chez les garçons –.

Dans la pratique, nous n'acceptons la statique en suspension antérieure que si le sujet ne peut automatiser l'autre statique – type morphologique à courbures accentuées par exemple – ou si une nette insuffisance de puissance du plan postérieur ou une nette asymétrie du plan postérieur nous oblige à choisir une statique économique – la suspension antérieure – ou une statique plus facilement symétrique – la suspension antérieure –.

Nous rééquilibrions certes alors la puissance des deux haubans psycho et nous musclons les abdominaux, tout particulièrement le transverse que nous savons être bon coaptateur apophysaire. Nous travaillons aussi le plan postérieur pour en équilibrer les tensions (voir «Principe d'efficacité de la musculation et de l'assouplissement du plan postérieur»).

Comment éduquer la statique en suspension postérieure ?

La finalité est d'en faire connaître la sensation corporelle de suspension postérieure, puis d'en automatiser la statique.

La connaissance du déplacement sagittal du bassin pour avancer ou reculer l'axe trans-coxo-fémoral est à la base de cette sensation ; elle correspond à la tension et au relâchement de la musculature postérieure.

On part d'un réel hors-aplomb sagittal antérieur.

Faire connaître la sensation de suspension antérieure est également un moyen de l'éviter.

À un stade plus avancé, on associera la notion de localisation frontale de G. Le sujet est éduqué à localiser sa ligne de gravité dans le quart antérieur droit – ou antérieur gauche – et à limiter son hors-aplomb frontal.

La planche de Lovett, la station debout sur balance permettent ces éducations.

La réduction frontale de la largeur de la base de sustentation pédestre constitue un autre principe d'efficacité pour la station orthostatique.

On automatise la position «pieds joints» car elle réduit au maximum le hors-aplomb frontal de G. En effet, G ne peut tomber en dehors de la base de sustentation pédestre

La station «pieds écartés» est peu indiquée puisqu'elle autorise une forte latéralisation de G et, par voie de conséquence, l'accentuation des contraintes d'écrasement frontal concave du rachis.

Ceci justifie les exercices d'équilibre avec déplacement sagittal – banc suédois retourné, bôme, suivre une bande étroite,... – et contre-indique les positions «pieds écartés».

Pour que ce qui précède soit valable, il faut nécessairement que l'aplomb – ou tout au moins le sub-aplomb frontal de l'axe médio-sacré et de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre – existe.

La translation de l'axe médio-sacré controlatéralement à G supprime en effet l'efficacité d'une base de sustentation étroite – fig. 49 a, b, c –. Le rangement frontal des différents segments corporels (bassin, tronc, épaules, tête) n'est donc pas à négliger puisqu'il participe au rangement de G.

Le raccourcissement sagittal de la longueur de la base de sustentation pédestre place généralement le corps en instabilité antérieure.

La suspension postérieure est donc généralement favorisée. La rééducation sur la pointe des pieds, la surélévation des talons... assurent ces conditions. Comme la réaction de suspension postérieure ne survient pas toujours, il est obligatoire de contrôler l'activité des muscles du plan postérieur pour s'assurer des effets positifs ou non du raccourcissement sagittal de la base de sustentation.

De ce qui précède, on peut conclure que toute malposition des pieds ou pathologie des pieds influence la statique rachidienne.

On peut donc être amené à soigner les pieds.

Mais on n'oubliera pas que la position des pieds, voire l'apparition d'une malformation, peut aussi être la conséquence du déplacement frontal de G.

Ainsi, si G tombe à la limite externe de la base de sustentation, voit-on souvent apparaître une rotation interne du pied porteur et la mise en griffe de sa voûte externe ; c'est là une réaction de rigidification du pied, non une pathologie primitive du pied.

Dans la pratique, il ne faut donc pas être obsédé par les pieds en les considérant a priori comme étant la cause d'une anomalie de verticalisation des membres inférieurs. Ceci n'est vrai que lorsque l'anomalie persiste alors que G a été replacé en subsymétrie frontale au niveau de la base de sustentation pédestre.

Principe d'efficacité de l'inclinaison antérieure du rachis

L'inclinaison antérieure du rachis déclenche trois types d'efficacité :

- **l'accentuation de la coaptation apophysaire d'origine gravitaire ;**
- **la mise en activité passive de la pince-ouvrante ;**
- **la réponse des muscles du plan postérieur**

Plus les facettes apophysaires s'horizontalisent, plus la composante de coaptation l'emporte sur la composante de cisaillement à effet convergent – fig. 50 –.

Au niveau des vertèbres en appui sur le plan oblique arrière – dorsales basses et lombaires hautes – la composante de décoaptation d'origine gravitaire s'inverse progressivement au fur et à mesure de l'inclinaison – fig. 50 –. Après le passage à l'horizontale, la composante de cisaillement détermine un effet de divergence apophysaire – fig. 50 –.

Ces diverses observations justifient les effets positifs des positions de fente avant, des inclinaisons tronc avant, des positions à quatre pattes, du décubitus ventral, des positions tronc pendant.

Ces positions présentent aussi l'avantage d'accentuer particulièrement l'appui apophysaire convexe dont la décoaptation pathologique détermine le rythme de torsion dans la scoliose.

Lorsque le rachis est horizontalisé, la gravité a un effet lordosant qui détermine une activité passive de dégagement antérieur – activité de pince-ouvrante.

On notera que, si l'asymétrie des appuis apophysaires existe, le dégagement antérieur est favorable à la convexité – aspect négatif.

L'horizontalisation antérieure du rachis déclenche la suspension postérieure, dont nous avons étudié les effets positifs pour la rigidification rachidienne.

Principe d'efficacité de l'inclinaison postérieure du rachis

L'inclinaison postérieure du rachis déclenche la suspension antérieure et l'accentuation des forces de décoaptation apophysaire d'origine gravitaire au niveau des vertèbres en appui sur plan oblique arrière.

La position inhibe ainsi les activités myotatiques des muscles du plan postérieur. Cet aspect, négatif en soi, peut être positivement utilisé en gymnastique pour apprendre à contracter volontairement les érecteurs du rachis – les exercices d'extension dorsale sans appui de la tête, par exemple –.

A la limite, l'inclinaison postérieure du rachis atteint au coucher dorsal.

Si le coucher dorsal est pris sur plan dur, il apporte certains facteurs positifs :

- l'accentuation de la coaptation apophysaire convexe par appui sur les gibbosités ;
- un certain degré de détorsion du rachis sciotique ;
- la possibilité d'accentuer les appuis par cales ;
- la prise de points fixes au niveau du bassin ou de la tête lors d'extension rachidienne localisée.

Quant au contact « senti » des épineuses au sol, le serpentement sciotique et sa non-concordance avec les déformations de l'empilement font que l'on ne peut guère utiliser cette technique pour corriger les conditions d'alignement du rachis.

Rappelons que le coucher dorsal sur plan mou assure mal les appuis apophysaires. Chacun sait qu'en rhumatologie, les sujets atteints d'arthrose inter-apophysaire doivent se lever la nuit pour ne plus souffrir et ainsi ranger leurs appuis postérieurs par la position debout.

Principe d'efficacité du décubitus latéral

Le décubitus latéral présente divers avantages :

- il prédispose à l'activité des muscles postérieurs du côté de l'appui ;
- il assure une poussée de translation latérale concave, si l'appui thoracique au sol est du côté convexe ;
- il permet les lancers du bras concave ;
- il assure une position de base efficace pour assurer les détorsions rachidiennes de localisation.

La réponse unilatérale des muscles du plan postérieur est typique du côté de l'appui au niveau de la région lombaire ; elle est moins constante au niveau dorsal. Nous croyons qu'elle est en rapport avec l'arthroception interapophysaire, puisque la rotation à effet coaptateur unilatéral déclenche, à tout coup cette fois, la réponse musculaire du côté coapté.

La poussée de translation concave par appui thoracique latéral – au sol, à la bôme de Lorentz, etc. – présente un aspect négatif : la sollicitation en fermeture de l'angle costal postérieur – fig. 51 a –. L'appui costal idéal est donc postéro-latéral.

Le coucher latéral permet les lancers de bras d'ouverture concave mais aussi de réaxation apophysaire concave.

Quant au membre inférieur haut situé, il est étendu ou fléchi selon que la déviation est à une ou deux courbures – voir le principe d'efficacité du lancer du bras et de la jambe.

Principe d'efficacité de la flexion et de l'extension du rachis

Tout est ici dans l'application des règles déjà étudiées de la rigidification du rachis en flexion et en extension et, pour l'extension uniquement, dans celle qui régit le dégagement de l'empilement antérieur en rapport avec le degré de symétrie ou d'asymétrie des appuis apophysaires postérieurs.

L'efficacité de la flexion est l'assouplissement du système postérieur, du segment mobile vers le segment fixe.

On peut donc travailler de haut en bas ou de bas en haut ou simultanément, pour déterminer un effet maximum à un niveau déterminé. L'inefficacité, voire la contre-indication de la flexion, est l'écrasement du rachis antérieur, notamment de l'hémirachis antérieur concave.

L'efficacité de l'extension est la rigidification sur appuis postérieurs, du segment fixe vers le segment mobile.

Il suffit donc de donner, même au cours d'un exercice, un appui d'extension à un niveau déterminé du rachis pour que l'extension ou la poursuite de l'extension verrouille le rachis, étage par étage, du point fixé vers le segment libre.

Donner ainsi un appui à la nuque permet, à un moment donné de tout exercice, de verrouiller rapidement le haut du dos.

L'inefficacité, voire la contre-indication de l'extension sagittale, est la tendance à la prise d'appui précoce des articulations vertébrales concaves et le dégagement asymétrique, bénéfique à la convexité, en cas d'asymétrie des appuis postérieurs.

Cette dernière situation oblige à l'appui unipodal convexe associé à l'extension-rotation concave (voir « principes d'efficacité de la rotation concave »).

Principe d'efficacité des segments homologues, cou et lombes

Au cours de l'inclinaison du rachis, il arrive souvent que le sujet ne puisse conserver une lordose de verrouillage du segment lombaire.

Dans ces cas, il suffit de commander au sujet de lordoser le cou, afin que le segment lombaire – segment homologue – réagisse dans le même sens.

L'autograndissement par légères inclinaisons latérales alternatives du corps à droite et à gauche déclenche, étage par étage, une activité unipodale de dégagement controlatéral et de remontée apophysaire controlatérale.

L'exercice, réalisé activement vertèbre par vertèbre, correspond à une remontée «en crémaillère» ; il s'effectue de bas en haut ou de haut en bas, selon que le bassin ou la tête constitue le segment fixe. Le rachis se verrouille en effet du segment fixe vers le segment mobile au cours de l'extension. L'exercice correspond à une extension rachidienne active progressivement étagée.

Nous comparons volontiers ce mécanisme à celui de la «machine à remonter» (ou à descendre), autrefois utilisée dans les houillères ; on l'appelait du nom de son inventeur, la Warocquière.

Une double série de plateaux, suspendus à une grande roue commandée par machine, montait et redescendait alternativement – fig. 51 b –. En passant d'un plateau au plateau venu à son niveau, les mineurs descendaient ou remontaient de la mine.

Ainsi s'effectue le serpentement alterné des appuis apophysaires successivement pris d'un côté puis de l'autre. L'activité unipodale remonte l'apophyse articulaire controlatérale qui, s'assurant ainsi un appui élevé, sollicite à son tour en dégagement l'articulation vertébrale qui vient de lui assurer sa remontée. Le mouvement progresse ainsi d'étage en étage, du segment fixe vers le segment mobile. Si le segment fixe est le bassin, l'autograndissement s'effectue des lombes vers le dos et jusque dans le cou ; si le segment fixe est la tête, l'autograndissement se produit de haut en bas.

Trois conditions doivent exister pour assurer l'efficacité du mécanisme :

- les prises d'appui apophysaire doivent pouvoir être assurés ;
- les activités musculaires déclenchant les activités unipodales doivent survenir ;
- le mouvement doit être parfaitement commandé étage par étage, bien que des conditions de facilitation existent si l'on joue sur l'arthroception inter-apophysaire.

L'autograndissement est facilité par les positions qui accentuent les appuis apophysaires ; il est inhibé et rendu quasi impossible par les positions réduisant l'appui apophysaire.

L'inclinaison vers l'avant du rachis ou son horizontalisation fait bénéficier les facettes apophysaires d'une coaptation d'origine gravitaire.

L'autograndissement est donc facilité en inclinaison «tronc avant» – en «fente avant» – «en position quadrupédique», etc. ; il est rendu difficile quand G est en localisation postérieure ou si les apophyses articulaires sont fortement divergées en cyphose limite.

Ainsi, est-il très difficile d'effectuer l'autograndissement en extension dorsale à l'espalier. Les haubans sont en effet inhibés par la suspension antérieure et seules les zones d'accentuation de la lordose répondent électivement.

De même, constate-t-on, en position «assis tailleur», que, les lombes étant délordosées, le mouvement de serpentement du rachis ne peut partir du segment lombaire inférieur.

Si on accentue la lordose lombaire par antéro-bascule du bassin, le serpentement survient.

Pour faciliter l'autograndissement en partant de bas en haut, il suffit de partir de la position de référence et d'incliner progressivement le tronc vers l'avant.

L'inclinaison latérale du tronc en position orthostatique localise en effet le mouvement à l'étage L5 - S1. Dès que le tronc s'incline, l'étage se verrouille par appui apophysaire d'extension et l'inclinaison latérale élective touche L4-L5 puis monte dans le rachis, au fur et à mesure que le tronc s'incline très lentement.

Réaliser une inclinaison progressive du tronc permet donc de localiser et d'éduquer l'autograndissement étagé. Le mouvement se prolonge jusqu'au niveau du segment cervical si le sujet possède parfaitement sa commande musculaire. Dans les scolioses dorsales, on dérote en plus de haut en bas pour assurer le bipodal.

La prise d'appui des mains aux hanches, des mains sur appuis extérieurs, la prise d'appui assurée dans la nuque, le vérin hydro-pneumique, l'inclinaison du corps en-dessous de l'horizontale pour bénéficier de la pesanteur ... ajoutent, sous certaines conditions techniques, à l'efficacité de l'exercice.

Principe d'efficacité du vérin hydro-pneumique viscéro-pulmonaire

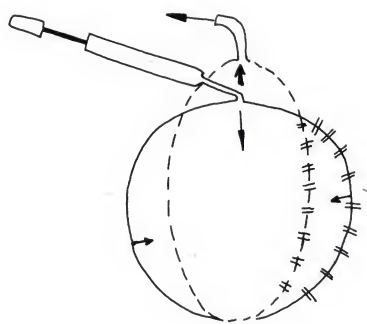
Le vérin hydro-pneumique viscéro-pulmonaire correspond à la poussée ascendante assurée par les viscères abdominaux et thoraciques.

Pour être efficace dans son appui, il faut que le contenant abdominal maintienne correctement le contenu, c'est-à-dire que le corset musculaire soit suffisamment tonique.

Dans cette fonction, le transverse de l'abdomen et les muscles obliques constituent l'essentiel puisque les droits de l'abdomen ne participent pas à l'effort thoraco-abdominal – Brussatis, Morris, Lucas, Bresler, Basmajan –. Muscler ces abdominaux a donc non seulement pour effet d'améliorer les prises d'appui apophysaires du segment rachidien moyen mais aussi d'augmenter l'efficacité du vérin hydro-pneumique viscéro-pulmonaire.

Autre aspect du vérin hydro-pneumique : l'inspiration redresse le rachis dorsal et lui assure ainsi un premier degré de correction.

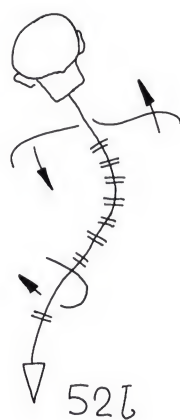
Dans ce mécanisme, il est habituel de considérer qu'à l'inspiration maximale correspond le redressement maximum du rachis ; il s'ensuit que l'on réalise le relâchement de la contraction des érecteurs du rachis en début d'expiration.



51c



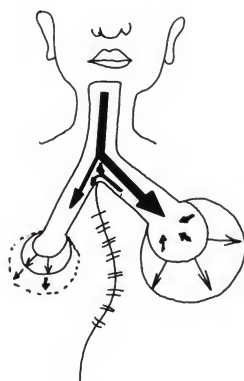
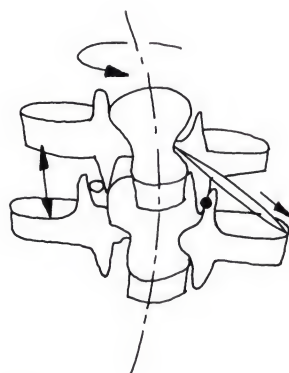
52a



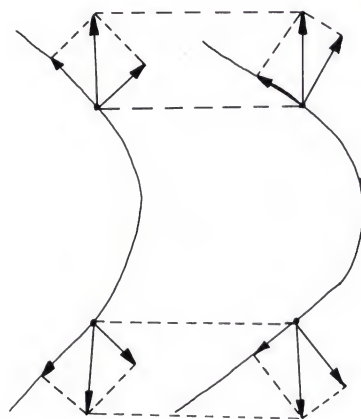
52b



52c



51d



51e

Schroth a, croyons-nous, innové dans ce domaine en plaçant des contractions des muscles du plan postérieur en début d'expiration. Elle fait par ailleurs réaliser ces contractions en saccades. Nous y reviendrons.

Nous justifions l'efficacité de l'hypercorrection au cours de ces expirations par deux observations ; la première provient des conditions biomécaniques assurées au niveau du rachis, la seconde par le fait que l'expiration essentiellement localisée au niveau de l'hémithorax convexe continue à réexpanser l'hémithorax concave.

La première astuce est la suivante. Par rapport à sa surface, le thorax arrive en fin d'inspiration à son volume maximum ; on pourrait le comparer à un ballon qui, devenu sphérique ou subsphérique, ne peut contenir plus d'air pour une surface fixe. Cela signifie que si l'on veut donner à ce ballon rond une forme allongée, en faire un ballon de rugby, il faut partiellement le dégonfler – fig. 51 c –.

C'est le cas pour le rachis en fin d'inspiration ; en expirant légèrement, le rachis est libéré et peut s'hypercorriger, ce qui n'est possible en inspiration terminale.

L'autre astuce de Schroth consiste à demander une expansion maximale de l'hémithorax concave au cours de l'inspiration mais aussi à éduquer progressivement le patient pour qu'il parvienne à réaliser une expiration élective de son hémithorax convexe tout en poursuivant l'inspiration de son hémithorax concave.

La réalisation de cette jonglerie respiratoire paraît, à première vue, utopique. L'image du mode de gonflement des alvéoles pulmonaires dans les cas d'asynchronisme ventilatoire visualise cependant ce qui pourrait se passer.

A la fig. 51 d, la liberté de la lumière du canal alvéolaire A est moindre que celle de B ; B se gonfle donc plus rapidement que A et le développement maximum de A ne survient donc pas en fin d'inspiration ; ceci invite à respirer lentement.

Quand survient le temps expiratoire, l'air chassé de B se distribue en deux parties – l'une poursuit le gonflement de l'alvéole A et l'autre est expulsée.

Ainsi en est-il lors des expirations sans expiration concave, c'est-à-dire lorsque l'expiration se localise à l'hémithorax convexe et s'associe à un dégagement volontaire de l'hémithorax concave.

Principe d'efficacité des tractions

La traction longitudinale du rachis s'obtient par la suspension gymnique ou par les tractions orthopédiques sur cadres ou sur tables, tractions par la tête – bassin fixé, lors de la confection des plâtres notamment.

La fig. 51 c visualise les effets des forces de traction.

Le redressement du rachis engendré par la sollicitation longitudinale dégage le grill costal concave, dépince frontalement et sagittalement le disque – donc aussi : correction de la cyphose et de la lordose –, déshabite les facettes apophysaires concaves, étire partiellement la musculature concave. La translation concave des sommets de courbure range les segments pelvien, thoracique, scapulaire et cervical – dans le cas où la traction s'effectue par la tête.

La réaxation apophysaire n'est pas nécessairement obtenue car le glisser des facettes reste proportionnel au dégagement discal.

Une certaine dérotation consécutive à la tension existe, mais elle n'est pas d'efficacité maximale et, par là, suffisante car l'ouverture concave étire les insertions des faisceaux du transversaire épineux. Etant rotateurs convexes, ils limitent la dérotation correctrice.

Une force élective de dérotation doit donc être adjointe à la traction si l'on veut effectivement corriger la torsion scoliotique au cours d'une traction. C'est la composante de dérotation utilisée lors de la confection des plâtres E.D.F.

Principe d'efficacité de la réaxation apophysaire concave

La désaxation apophysaire concave ou convexe pour L5 S1 constitue pour l'étage vertébral le premier facteur de fixation de l'asymétrie de l'espace charnière inter-somato-apophysaire.

Le dérapage unilatéral de convergence empêche en effet le retour en symétrie des appuis postérieurs au cours de la position de référence. Il est dès lors important que la réaxation survienne précocément, avant que la rétraction des tissus concaves associée à la réduction de la puissance d'expansion de la masse nucléaire concave ne fixent la situation.

Les techniques de réaxation sont donc à utiliser précocément au cours du traitement kinésithérapique des attitudes scoliotiques.

On remarquera qu'il n'existe pas nécessairement de concordance entre le degré de cunéiformité somatique et le degré de désaxation apophysaire concave. Celui-ci est plutôt en concordance avec le degré de cunéiformité discale. La composante d'extension ou de flexion joue son rôle également.

Il est très important de constater que dans les cas de bascule frontale de L5 sur le sacrum – que celui-ci soit ou non équilibré dans le plan frontal –, la désaxation apophysaire est unilatérale mais localisée du côté convexe – cliché p. 90 –.

La bascule frontale de L5 constitue alors le facteur primitif déviant l'empilement lombaire. C'est alors électivement l'articulation vertébrale désaxée en convergence de L5 qu'il faut électivement travailler. On tentera ultérieurement de réaxer les articulations vertébrales concaves des étages susjacents.

Les techniques de réaxation apophysaire consistent à réaliser un glisser de divergence apophysaire non proportionnel au glisser physiologique. L'ampleur du déplacement des facettes est donc plus grande que celle du mouvement physiologique.

Ce type de glisser survient progressivement ou d'emblée lorsque les conditions ci-après sont assurées :

- lors de sollicitations tangentielles réalisées alors que les facettes apophysaires à réaxer sont en convergence terminale – quatrième temps de la kinésithérapie analytique en rhumatologie –.
- en fin d'un mouvement non retenu si la force d'inertie prolonge le mouvement au-delà du glisser physiologique.
- lors d'une activité unipodale d'inclinaison latérale et extension, très élective d'un étage vertébral, si l'appui apophysaire convexe a été préalablement intensifié par coaptation.
- lors de tractions vertébrales dépassant les normes physiologiques.

La réaxation apophysaire par sollicitations tangentielles réalisées alors que les facettes à réaxer sont en convergence terminale ne s'obtient qu'au cours de sollicitations manuelles. La technique est donc passive.

C'est le quatrième temps de la technique en coucher latéral que nous proposons pour réaxer les rachis lombaires désaxés et coincés. C'est la technique analytique pour le dos.

Effectuées au mode modelant, en sollicitant à peine le rachis mais en répétant le geste, ces techniques s'avèrent très efficaces pour rendre ou améliorer la symétrie des appuis postérieurs.

La réaxation apophysaire obtenue par sollicitation tangentielle assurée en fin de mouvement non retenu, particulièrement lors de l'inclinaison latérale - extension, survient au cours des mouvements « lancer du bras ou de la jambe » ; le lancer de la jambe est généralement moins efficace que celui du bras.

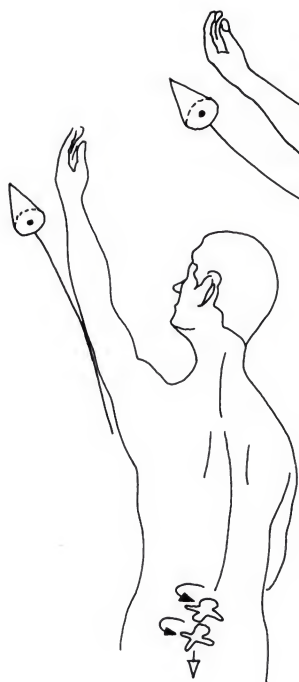
La force d'inertie étant proportionnelle à la charge et à la vitesse, on peut légèrement charger l'extrémité du membre lancé.

L'éducation de la vitesse du lancer et le « laisser aller » de fin de course sont nécessaires.

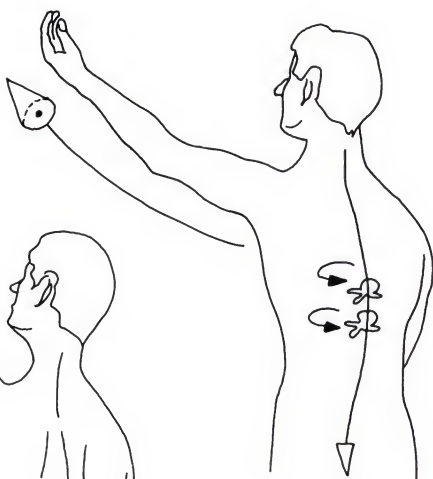
Nous verrons que la localisation de l'effet souhaité s'obtient en jouant sur l'orientation du lancer du bras.

La réaxation apophysaire peut s'obtenir au niveau d'un étage déterminé par une simple contraction musculaire élective à l'étage vertébral, contraction déclenchant l'inclinaison-extension de l'étage, si l'appui apophysaire convexe a préalablement été fortement coapté par une rotation concave réalisée de haut en bas. C'est alors l'activité élective de pince-ouvrante en appui unipodal convexe qui survient. Le glisser apophysaire convexe ne pouvant survenir, c'est la « ressortie » apophysaire concave qui s'effectue.

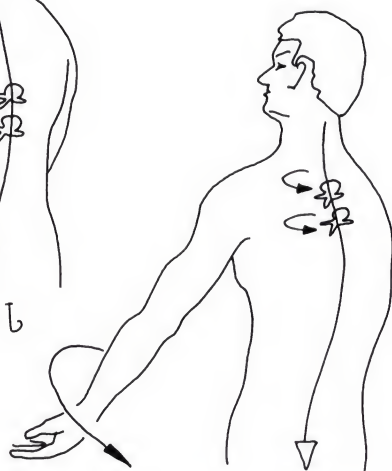
La rapidité de la contraction d'extension-inflexion latérale joue pour atteindre à l'efficacité. Le mouvement est donc à éduquer intensément.



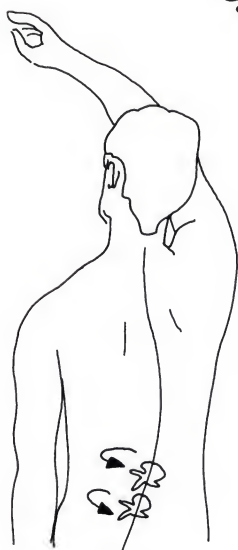
53a



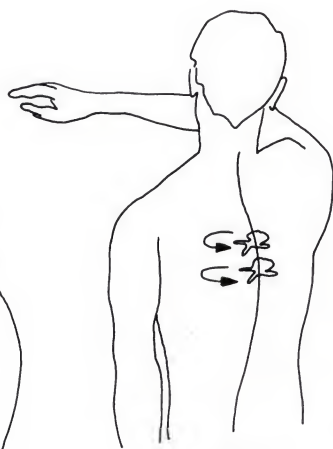
53b



53c



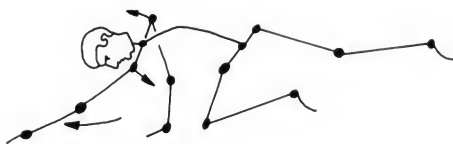
53d



53e



53f



53g

On remarquera que la prise d'appui apophysaire convexe élective des étages sommets, préalablement assurée au cours d'un mouvement de lancer, facilite le glisser de réaxation concave puisque l'inertie influence alors frontalement le levier vertébral en appui unipodal convexe. Le dégagement concave survient – levier inter-résistant –.

Seules, les tractions vertébrales dépassant les normes physiologiques sont susceptibles de déclencher un certain degré de réaxation apophysaire.

Il s'agit donc plus d'orthopédie que de kinésithérapie. Au cours de la leçon de gymnastique, les tractions par suspension – à la bombe notamment – peuvent s'associer aux forces d'inertie au cours des balancers retenus manuellement, de façon à réaliser un gabarit controlatéralement au côté à dégager.

Principe d'efficacité de la dérotation vers la concavité

La finalité de la détorsion, par une rotation vers la concavité, des vertèbres déviées, est de ramener la coaptation ou d'intensifier l'appui apophysaire convexe.

Les conditions biomécaniques ainsi engendrées relancent le verrouillage de la vertèbre en autorisant les activités bipodales et les activités unipodales convexes de dégagement et de décharge concave.

Sur le plan arthroceptif, l'information inter-apophysaire convexe est recouverte et le muscle peut mieux lutter contre le dérangement de l'étage vertébral.

L'efficacité de la remise en appui convexe n'est atteinte que suivant ces conditions :

Il faut que la rotation s'effectue vers la concavité et c'est la vertèbre supérieure qui doit tourner, non la vertèbre inférieure – «paradoxe de Sohier».

Dans la pratique, les vertèbres du sommet de courbure étant celles qui perdent le plus leur appui apophysaire convexe, la coaptation doit y être électivement intensifiée ; ce but n'est atteint que si les étages sus- et sous-jacents à la zone du sommet sont verrouillés.

L'intensification de l'appui apophysaire convexe peut s'obtenir en rotation et cyphose comme en rotation et lordose. Dans le premier cas, l'appui progresse de l'élément mobile vers l'élément fixe ; dans le second, de l'élément fixe vers l'élément mobile.

Ainsi, quand on réalise la flexion avec rotation concave du cou, puis du haut du dos, les articulations convexes divergent – étage par étage – du haut vers le bas.

Quand ce mouvement de divergence par rotation concave atteint les étages inférieurs, que l'on a préalablement verrouillés, la coaptation s'intensifie particulièrement à la rencontre de la zone déjà fixée.

La lordose terminale ou la cyphose terminale sont les moyens de verrouiller de bas en haut.

Si, dans ces conditions d'appui convexe fermement pris, on réalise des activités de pince-ouvrante au mode unipodal – par un mouvement ou une contraction isométrique d'extension-rotation concave –, le dégagement concave survient.

Quand on réalise une extension isométrique de la tête associée à une rotation vers la concavité, une forte résistance étant assurée à la nuque – fig. 52 c –, la coaptation apophysaire convexe s'accroît, étage par étage, de haut en bas. Il est ainsi possible d'atteindre les étages dorsaux, même inférieurs, si le mouvement d'extension-rotation est fortement prolongé.

Le dégagement concave s'associe au mouvement par l'existence d'une activité de pince-ouvrante à tendance unipodale convexe.

Ce type d'efficacité est celui de tous les exercices avec résistance asymétrique à la nuque, la résistance étant intensifiée du côté convexe – exercice du sphynx, exercice avec appui de la tête au sol, résistance de la main du kinésithérapeute ou celle du patient – après éducation.

Nous pensons également que la grande efficacité du corset de Milwaukee provient, particulièrement dans les scolioses dorsales, de la répétition «fonctionnelle» des extensions sur l'appui occipital propre à ce type de corset – effet de dégagement concave actif répété. Ce n'est donc pas l'effet «traction-allongement» mais l'effet «coaptation apophysaire convexe» qui est ici efficace. Le remplacement de l'appui occipital, pourtant inconstant, par une traction continue s'est d'ailleurs avéré inefficace.

Quand la rotation du rachis vers la concavité part des lombes, lombes en lordose, la coaptation convexe débute en S1-L5, puis L4-L5 et monte progressivement ; en pratique, elle peut atteindre le segment dorsal moyen, à la condition que le mouvement comporte essentiellement une rotation, dès que le niveau lombaire supérieur est atteint.

Il arrive, malgré les effets décoaptateurs convexes, que l'on utilise le bassin pour tordre le rachis lombaire, quand la torsion rachidienne vient du haut. Le rachis doit alors être en décharge, eu égard au déverrouillage vertébral.

L'inclinaison latérale de la ceinture scapulaire constitue un moyen supplémentaire pour localiser l'effet de rotation.

L'inclinaison frontale convexe de la ceinture scapulaire permet de localiser très haut les effets électifs de la rotation concave – fig. 52 a –, ceci aussi bien en cyphose qu'en lordose. L'inclinaison doit s'effectuer avant la rotation.

L'inclinaison frontale concave de la ceinture scapulaire localise au contraire les effets de la rotation concave beaucoup plus bas – fig. 52 b –.

Le lancer du bras permet aussi de localiser le niveau des effets maxima de rotation.

Le lancer au zénith arrière du bras concave localise la rotation aux étages lombaires inférieurs – fig. 53 a – ; à 30° du zénith arrière, la localisation est dorso-lombaire ; le lancer à l'horizontale oblique arrière situe la zone de rotation à la dorsale moyenne – fig. 53 b – ; en oblique vers le bas et l'arrière, la localisation est dorsale haute – fig. 53 c –.

Le lancer du bras convexe donne les mêmes localisations de niveau pour les mêmes orientations du bras – fig. 53 d, e, f –, mais c'est en avant que le lancer s'effectue.

Lors des exercices de lancer du bras, l'inversion des effets correcteurs survient, surtout lors du travail du bras concave, si ce dernier part vers l'avant ; c'est, par exemple, le cas quand – en quadrupédie – le patient lance la main en rasant le sol, sans avoir suffisamment fléchi le coude convexe – fig. 53 g –.

On sera attentif à ces mécanismes d'aggravation de la torsion scoliotique.

Principe d'efficacité de l'assouplissement concave

Six facteurs participent aux mécanismes de rétraction concave :

- la désaxation en convergence des apophyses articulaires concaves ;
- la rétraction capsulo-ligamentaire et discale concave ;
- la rétraction des haubans musculaires concaves ;
- la rétraction des petits muscles concaves de l'étage vertébral ;
- la rétraction-déformation de l'hémithorax concave ;
- la rétraction du psoas-iliaque convexe.

Les techniques de réaxation apophysaire – principe d'efficacité que nous avons étudié séparément – viennent chronologiquement en premier puisque le dérapage de convergence survient en premier.

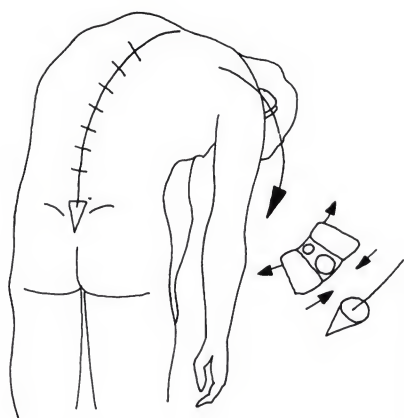
Ces techniques peuvent être placées parmi les techniques d'assouplissement des tissus concaves postérieurs du fait qu'elles tendent à rétablir la mise en tension normale de ces tissus et, aussi, qu'elles sont les seules à permettre une antéro-basculé terminale et complète de l'étage vertébral, condition nécessaire pour que les tissus concaves puissent être étirés en fin de flexion.

Comment étirer les tissus capsulo-ligamentaires et discaux concaves ?

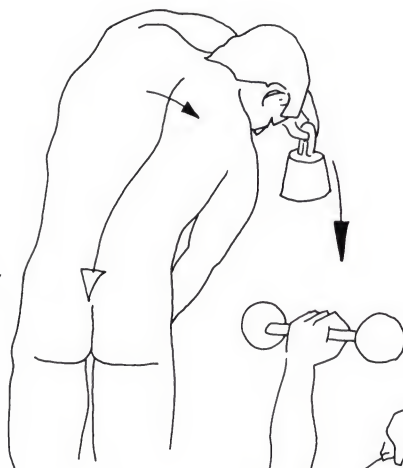
Le principe des techniques d'assouplissement des tissus capsulo-ligamentaires est le maintien postural d'une position étirant ces tissus.

La flexion terminale du rachis étire certes, par divergence, les manchons capsulo-ligamentaires des articulations vertébrales mais, la divergence étant plus grande du côté convexe, l'étirement y survient de façon plus précoce et est plus ample que du côté concave, sauf si la rétraction concave est déjà très sévère. Là, existe une première limite d'efficacité de la simple flexion.

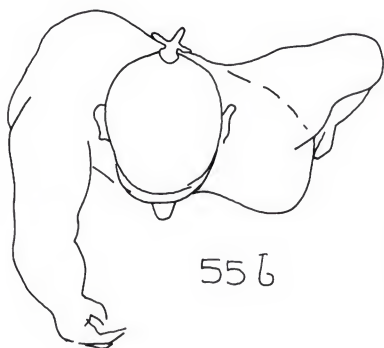
D'autre part, la flexion ne met que peu en tension la partie latérale du disque ; elle présente aussi l'inconvénient majeur d'écraser la partie concave du disque, là où la masse nucléaire est peu volumineuse et, ainsi, peu résistante à la pression. La masse intra-discale concave, peu résistante, cède donc sous l'effet des contraintes d'écrasement et l'étirement postérieur s'en trouve réduit.



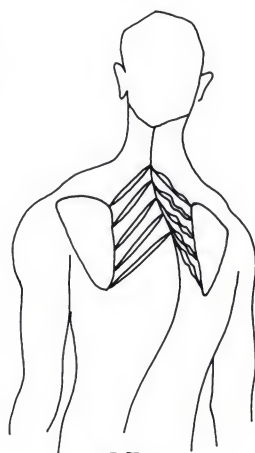
54a



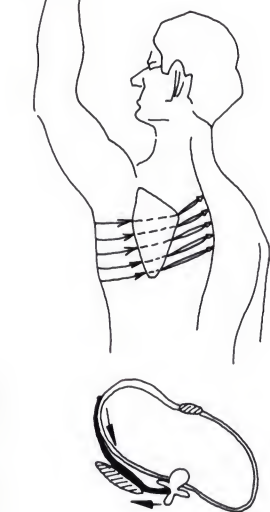
54b



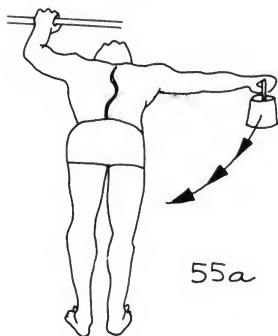
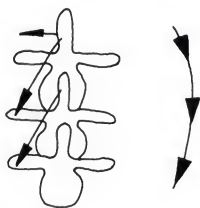
55b



55c



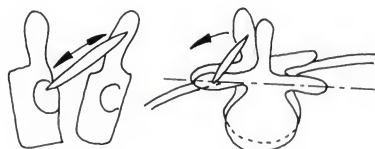
55d



55a



54c



54c1



55e

L'inclinaison convexe du rachis, sans association à la flexion, n'étire pas non plus à la limite les tissus postéro-concaves ; l'extension les place en effet en position courte.

En pratique, la flexion et l'inclinaison latérale doivent donc s'associer pour assurer l'étirement maximum maintenu des tissus capsulo-ligamentaires et discaux concaves.

Cette double composante a l'avantage de reporter les contraintes d'écrasement sur la partie antéro-convexe du disque – fig. 54 a –, là où la masse nucléaire est de volume maximum.

La hauteur de l'appui antérieur y est élevée et les forces d'écrasement y ont pour effet de refouler la masse nucléaire convexe vers la concavité. Ce refoulement constitue un autre mode d'étirement de la partie latérale et postéro-latérale concave de l'anneau fibreux.

La prise d'appui discal convexe empêche aussi le dérapage en convergence des facettes articulaires concaves, dérapage provenant des tensions postérieures.

L'exercice type réside donc dans le maintien du rachis en position de flexion-inclinaison latérale, soit au niveau du tronc, soit au niveau des lombes.

Comment assouplir les haubans musculaires concaves ?

Le long dorsal et l'ilio-costal sont des extenseurs du rachis, des inclineurs isolatéraux et des rotateurs isolatéraux. C'est donc la flexion, l'inclinaison convexe et la rotation convexe qui, théoriquement, assurent la mise en allongement maximum de ces muscles.

L'une de ces trois composantes est toutefois à rejeter puisque la rotation convexe accentue la déviation scoliotique.

C'est donc l'association de la flexion et de l'inclinaison latérale convexe qui s'utilisera pour assouplir les grands haubans concaves.

Comme il s'agit de tissus musculaires, ce n'est pas le maintien postural qui sera utilisé mais les activités en contraction complète ou incomplète et étirement complet – loi de Borelli et Weber Fick –.

L'exercice type est l'inclinaison latérale convexe en flexion progressive du tronc – le membre supérieur concave chargé en position de zénith – assure notamment de très efficaces activités excentriques – fig. 54 b – ; au retour du mouvement, le bras est, ou non, ramené en position basse.

On notera que le glisser du bras concave en position de zénith au cours des exercices quadrupédiques – le glisser, le ramper, le tourner – assure des activités excentriques des haubans concaves. Le rachis étant en extension, la position limite d'étirement de ces muscles n'est toutefois pas atteinte.

Comment assouplir les petits muscles concaves de l'étage vertébral ?

Il s'agit, pour l'essentiel, des différents faisceaux des transversaires épineux, des inter-transversaires concaves et des inter-épineux.

Dans la scoliose, la grande flexion du tronc en avant accentue la gibbosité thoracique convexe postérieure et ce, d'autant plus que le rachis est enraidí. Cette accentuation provient de la rétraction des transversaires épineux concaves. L'explication en est la suivante.

La flexion remonte les insertions supérieures du transversaire épineux ; fig. 54 c, c' – ; elle place ainsi leurs faisceaux en tension. Cette mise en tension correspond à des sollicitations semblables à celles de la fonction de ces muscles, c'est-à-dire à la rotation controlatérale du rachis.

La flexion étire donc le transversaire épineux concave – aspect positif – mais accentue la torsion scoliotique convexe et ainsi, la gibbosité – fig. 54 c' –.

Ces deux derniers facteurs ne pouvant être acceptés, il faut donc les contrer, soit en stabilisant le rachis par l'intermédiaire du gril costal, soit en associant un mouvement de rotation concave du rachis avant ou pendant l'inclinaison latérale et la flexion.

C'est l'enroulement du rachis de bas en haut en coucher dorsal, le sol stabilisant le rachis par l'intermédiaire de la gibbosité ; c'est la grande flexion du tronc en avant associée à la rotation concave ; c'est l'ouverture concave par inflexion latérale suivie de la rotation concave avant la mise en flexion de la zone à étirer électivement.

Comment agir sur la rétraction-déformation de l'hémithorax concave ?

Ce sont ici les techniques de modelage thoracique qui s'utilisent. Il s'agit de la translation, de la dérotation ou de translation-dérotation concaves passives ou actives du tronc et, surtout, de l'inspiration concave élective maintenue notamment, comme le fait Schroth, pendant l'expiration convexe.

Comment agir sur la rétraction du psoas-convexe ?

Il s'agit évidemment de la déviation du rachis lombaire. C'est la tonicité prédominante du psoas-iliaque convexe qui, déviant vers l'insertion trochantinienne le rachis, réduit la longueur du muscle. Il faut donc muscler le psoas-iliaque concave.

Que penser des tractions axiales quant à leurs effets assouplissants ?

Les tractions sont à diviser en deux types : celles qui dépassent les normes physiologiques – les tractions puissantes donc – et les tractions ne dépassant pas les normes physiologiques, celles qui correspondent aux poids segmentaires.

Si les premières assurent indéniablement des effets assouplissants de l'empilement rachidien antérieur – très peu de l'empilement postérieur –, les secondes sont peu efficaces puisque ne mettant pas les tissus du quart postérieur concave du rachis en tension. Le redressement du rachis, dorsal notamment, constitue en effet un mode de rapprochement des insertions des tissus concaves. La mise en cyphose et inflexion latérale convexe est donc plus efficace sur le plan de l'assouplissement que les tractions dans l'axe du rachis.

Principe d'efficacité de la musculation postérieure convexe

La divergence apophysaire et le bâillement discal postéro-latéral, c'est-à-dire la cyphose convexe et l'inclinaison concave caractérisent les données pathomécaniques du quart postérieur convexe du rachis scoliothique.

Quels effets positifs la musculature postéro-convexe peut-elle dès lors assurer ?

Deux grands types de muscles sont à envisager : les muscles longs, haubaneurs – les muscles courts, mobilisateurs du levier vertébral.

Les premiers, le long dorsal, l'ilio-costal et le carré des lombes sont extenseurs et infléchisseurs isolatéraux du rachis. Ces deux composantes sont donc correctrices de la déviation ; l'une corrige la cyphose, l'autre l'inflexion latérale concave. Mais ces muscles sont rotateurs isolatéraux, c'est-à-dire qu'ils accentuent la rotation-torsion convexe propre à la déviation scoliothique.

Quelle attitude adopter dès lors quant à la musculation de ces muscles ?

Si ces muscles sont hypotoniques, il faut les muscler, ce qui permet notamment d'envisager d'atteindre à la statique en suspension postérieure.

Si les haubans postérieurs sont déjà toniques – situation à ne pas confondre avec un état de contracture de stabilisation –, il n'est pas utile d'en accentuer la puissance. Si le rachis ne présente pas de composante de rotation convexe, il ne semble pas qu'il existe de contre-indication à créer une musculature dorsale convexe relativement puissante.

La musculation des haubans s'effectue alors par des exercices d'extension-inclinaison convexe résistés mais l'association de la rotation controlatérale s'indique pour éviter toute composante de rotation convexe.

Les transversaires épineux constituent l'essentiel des muscles courts, mobilisateurs du levier vertébral. Extenseurs et rotateurs controlatéraux par leurs faisceaux courts rotateurs, anti-antébasculateurs de l'étage par le multifide, ils additionnent des effets uniquement positifs de dégagement antéro-latéral concave.

Travailler et muscler électivement les transversaires épineux convexe est donc extrêmement important. N'oublions pas non plus leurs effets coaptateurs des appuis apophysaires convexe.

Comment les muscler ?

Les enregistrements électromyographiques de J.M. Morris, Gordon Benner et D.B. Lucas nous ont montré que leur mode d'activité était caractérisé par des contractions courtes, en bouffées.

C'est donc par des rotations-extensions « en bouffées », courtes mais intenses, rotations controlatérales, que l'on travaillera ces muscles. On remarquera que ce type de contraction survient si on réalise des contractions d'extension-rotation concave en début d'expiration au cours d'exercices du type Schroth.

Principe d'efficacité de la musculation postérieure concave

La désaxation apophysaire en convergence et le pincement discal postéro-latéral, c'est-à-dire la lordose concave et l'inclinaison isolatérale caractérisent les données pathomécaniques du quart postéro-concave du rachis scoliotique.

Comment agir sur la musculature à ce niveau ?

Les haubans concaves ont des effets :

- négatifs, puisqu'ils sont inclineurs isolatéraux et extenseurs ;
- positifs, puisque rotateurs isolatéraux.

Sur le plan statique, leur participation physiologique est généralement réduite surtout si G est en localisation postéro-concave.

L'aspect négatif des haubans postéro-concaves vient surtout du fait que, maintenus en position courte, ils se rétractent, se fibrosent et fixent la déviation frontale.

Le travail musculaire consiste donc ici à les muscler en assouplissement et étirement maximum.

Il s'agit donc d'activités en excentrique au cours de l'inclinaison latérale convexe et de la grande flexion du tronc en avant.

Ces exercices d'assouplissement musculaire ont aussi pour but de récupérer suffisamment de masse musculaire pour que cette dernière possède une certaine élasticité.

Les transversaires épineux concaves sont raccourcis suite à la convergence apophysaire d'inclinaison concave, la désaxation apophysaire concave et à la rotation convexe.

Les muscler au cours de rotations convexes est interdit puisque la rotation-torsion scoliotique serait accentuée. Les muscler en excentrique est possible au cours d'une rotation concave si une lourde charge prise à bout de bras convexe constitue la résistance – fig. 55 a –. Il est aussi indiqué de les assouplir au cours de grandes flexions du tronc.

De petites contractions d'extension dans cette position conviennent également.

Principe d'efficacité de la musculation de la sangle abdominale

Le rôle du transverse de l'abdomen est indéniablement important puisque coaptateur apophysaire des vertèbres du segment dorso-lombaire.

Les exercices d'expiration avec résistance à la glotte, par placement de la main sur la bouche, les exercices de « rentrer le ventre » en position « quatre pattes », les exercices au respirator de Plent à 7 ou 8 cm de résistance, le « rentrer du ventre » contre la tension préalable des droits de l'abdomen sont les techniques les plus habituelles.

Le rôle des droits nous paraît beaucoup moins important.

Quant aux obliques, nous les musclons après correction de la translation frontale du bassin et du tronc afin de rééquilibrer leur tension.

Quant à affirmer qu'il faut muscler plus électivement tel ou tel oblique, nous ne pouvons.

Principe d'efficacité de la correction des épaules

Le paradoxe de Phorbes se définit comme étant la rotation en sens inverse de la ceinture scapulaire et de la ceinture pelvienne par rapport au sens de rotation-torsion scoliotique.

L'épaule convexe tombe en effet vers l'avant alors que le rachis dorsal scoliotique convexe et le gril costal gibbeux tournent vers l'arrière – fig. 55 b –. Le bassin, au contraire, suit le sens de la torsion scoliotique du rachis lombaire.

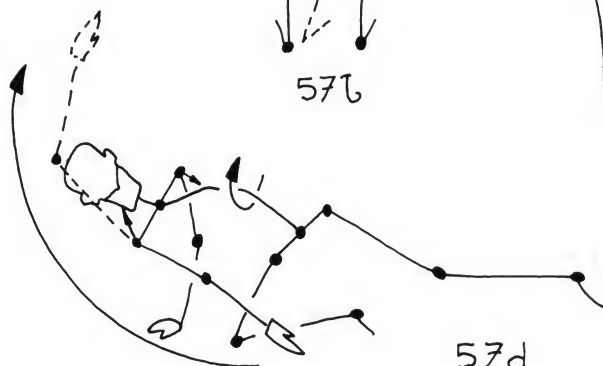
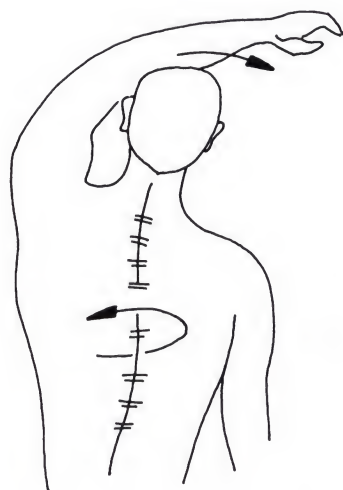
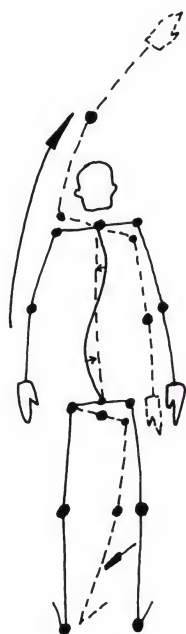
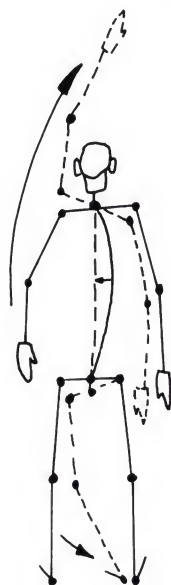
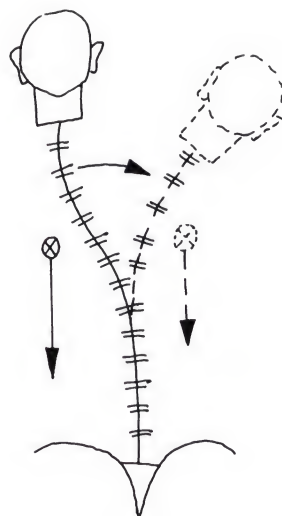
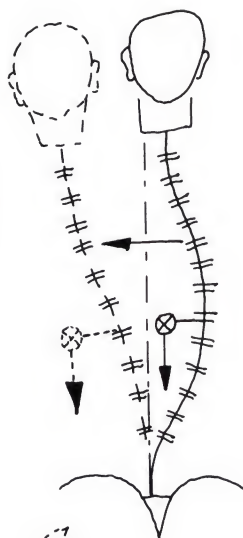
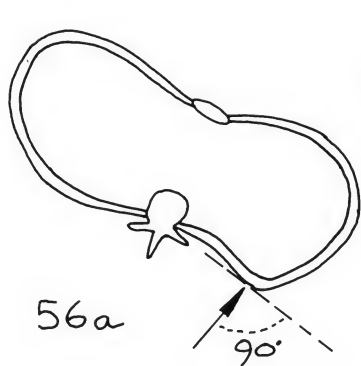
La raison de cette opposition est la suivante : l'épaule convexe, normalement en appui sur le dôme thoracique perd son appui suite au recul gibbositaire ; la traction du pectoral, fixé par ses insertions sternales, maintient et attire l'épaule en avant. L'épaule tourne donc dans le sens opposé au rachis.

Quant au bassin, puissamment solidarisé au rachis lombaire par le système ligamentaire, il suit le sens de la torsion lombaire.

Pour l'épaule convexe, le rhomboïde, détendu par la latéralisation convexe de ses insertions rachidiennes, laisse partir l'omoplate vers l'avant. Le grand dentelé, également détendu par le recul de ses insertions costales, laisse flotter l'angle inférieur de l'omoplate – fig. 55 c –.

L'omoplate concave, tirée en adduction par son rhomboïde, comble l'espace laissé libre par le déplacement antérieur du gril costal concave – fig. 55 c –.

Il s'ensuit que la correction de la chute antérieure de l'épaule convexe doit tenir compte de deux contre-indications préalables : le mouvement de recul de l'épaule ne peut déclencher une accentuation de la rotation-torsion convexe du rachis dorsal ; les activités musculaires de rappel de l'omoplate convexe vers l'arrière ne peuvent solliciter la convexité rachidienne latéralement.



L'activité du rhomboïde convexe tire en effet la déviation en aggravation frontale.

La détorsion concave du rachis dorsal doit donc toujours être effectuée avant toute contraction des inter-scapulaires.

On remarquera aussi que la contraction du grand dentelé concave, bras en position de zénith, assure des tractions de dégagement latéral concave du rachis très bénéfiques, mais également la sollicitation vers l'arrière du gril costal concave – fig. 55 d –.

Toute position assurant la repoussée passive du massif de l'épaule convexe vers l'arrière est bénéfique.

C'est la prise de main à l'espalier – bras horizontal ; c'est la position quadrupédique qui, par la réponse du sol, replace le massif de l'épaule convexe en arrière tout en assurant le contre-appui lors des exercices de rotation du rachis vers la concavité.

C'est aussi la cale, placée sous l'épaule convexe en décubitus ventral, l'appui scapulaire antérieur dans le corset, le corset plâtré.

On constate ainsi que la correction de la chute antérieure convexe de l'épaule réside moins dans son recul actif par musculation des inter-scapulaires convexes que par sa fixation lors de la dérotation correctrice du rachis dorsal.

Le contre-appui scapulaire antérieur du corset assure de ce fait l'efficacité des poussées réalisées à même la gibbosité par les feutres, la vessie, les détorsions actives...

Principe d'efficacité de l'appui postérieur assuré à la nuque

Beaucoup d'exercices comportent, soit tout au long de l'exercice, soit à un moment donné de celui-ci, une résistance d'extension placée à la nuque, résistance symétrique ou asymétrique, associée ou non à une composante de rotation. La main du kinésithérapeute ou celle du patient, ou une sangle, ou l'appui occipital du corset de Milwaukee... assure cette résistance.

Quelle est l'efficacité de cette technique ?

La règle de la rigidification du rachis en extension la définit.

La rigidification en extension s'effectue de l'élément fixe vers l'élément rigide. Placer une résistance d'extension à la nuque donne un point fixe en haut du rachis et permet de localiser en haut du segment dorsal les activités correctrices de la pince-ouvrante, activités plus correctrices encore si une légère résistance à la rotation concave accentue la coaptation convexe et le dégagement concave.

Nous avons d'ailleurs dit que nous croyons que l'efficacité du corset de Milwaukee trouve là ses origines.

Principe d'efficacité de la poussée gibbositaire convexe

La gibbosité convexe peut être dorsale ou lombaire :

La première est la projection du gril costal vers l'arrière, suite à la rotation-torsion convexe du rachis ; la puissance du ligament costo-transversaire emmène la côte. La seconde provient de la forte rotation vertébrale que l'on rencontre souvent au niveau lombaire, forte rotation consécutive à la localisation très postérieure du centre de rotation de la vertèbre.

L'efficacité de la poussée gibbositaire est donc de dérotation.

Il s'ensuit que la poussée doit se donner perpendiculairement aux apophyses transverses et aux côtes qui les prolongent – fig. 56 a –. L'erreur est de réaliser une poussée trop postéro-externe – fig. 51 a – ; elle aurait pour effet d'accentuer la brisure costale.

Les cales, l'appui au sol, les feutres placés entre le plâtre et la gibbosité, la sangle de dérotation lors de la confection des plâtres E.D.F., les appuis «latéraux» de certains corsets assurent ces poussées gibbositaires. Ils doivent respecter l'orientation que nous venons de définir.

Principe d'efficacité des appuis des mains

Pour étirer longitudinalement le rachis, la prise d'appui des mains ou d'une main, aux hanches, sur un caisson, à l'espallier, sur bâtons... est habituelle.

La poussée ascendante qu'elle permet est-elle bénéfique ?

Oui et non, c'est selon car la contraction associée du grand dorsal, corde tendue entre l'épaule et le bassin, survient en effet parfois et détermine, dans la concavité, une force de fermeture concave.

La règle est donc que les appuis des mains associés à des poussées ascendantes ou de dégagement latéral ne sont bénéfiques que si la contraction du grand dorsal ne survient pas.

Ce muscle est un descendeur de l'épaule et un rotateur interne.

Dans la pratique, deux moyens permettent de supprimer ou de tenter de supprimer l'activité «parasite» du grand dorsal concave :

le premier consiste à demander la commande de la rotation externe du bras ;

le second consiste à placer l'appui de la main plus haut que le plan de l'épaule ; on constate en effet l'inhibition de la participation du grand dorsal dans cette position.

Principe d'efficacité de la translation et de l'inclinaison latérale du tronc

La translation latérale du tronc se définit comme étant le déportement latéral du rachis et de la ceinture scapulaire en référence à l'axe médio-sacré – fig. 56 b – ; l'inclinaison latérale comme étant la bascule frontale de la ceinture scapulaire – fig. 56 c –.

La translation latérale redresse ainsi la déviation frontale du rachis quand elle s'effectue du côté de la concavité tandis que l'inclinaison latérale redresse la déviation frontale du rachis quand elle s'effectue du côté de la convexité.

L'inclinaison latérale associée à la translation frontale ajoute donc deux degrés d'efficacité.

La translation latérale concave du tronc assure deux types d'efficacité : l'une morphologique, l'autre gravitaire.

Elle range en effet les différents segments corporels et redresse le rachis. Elle déplace G vers la concavité en référence à l'axe médio-sacré. Elle peut ainsi augmenter le moment de G par rapport à cet axe, tout en réduisant le moment de G en référence au sommet de courbure. La réponse d'haubanage est intensifiée alors que les contraintes concaves subies par le rachis sont diminuées.

Schroth justifie l'emploi de la translation latérale concave par des raisons morphologiques. Le corps non scoliotique empile des segments à base horizontale, le corps scoliotique empile des segments à base oblique – voir méthode Schroth –.

La translation latérale concave ouvrant le sommet du triangle thoracique – l'hémi-thorax concave – range et réempile les segments corporels. La translation latérale concave, en redressant le rachis, a aussi pour effet d'assurer un premier degré de res-sortie apophysaire concave et de dégagement discal concave. Additionnée à l'inclinaison latérale et à la réaxation apophysaire, elle participe à la correction maximale de la mise en symétrie de hauteur des appuis apophysaires et aussi à l'assouplissement concave.

La translation latérale concave redresse le rachis tout en maintenant la ligne de gravité du côté concave, tandis que l'inclinaison latérale le redresse en déplaçant G du côté convexe – fig. 56 c –.

Translater le tronc vers la concavité avant d'incliner le rachis vers la convexité permet donc, en cas de nécessité, de conserver la suspension d'haubanage convexe.

En cas de déviation en S, la translation latérale concave redresse simultanément les deux courbures, aspect bénéfique que ne peut assurer l'inclinaison latérale convexe.

La translation latérale concave permet aussi de localiser l'inclinaison latérale convexe au niveau du segment dorsal.

Principe d'efficacité du lancer du bras et de la jambe

Deux modes de lancement du bras et de la jambe existent : le lancer contrôlé en fin de course par la musculature antagoniste ; le lancer non contrôlé en fin de course grâce au relâchement volontaire, pour laisser jouer au maximum les forces d'inertie.

Le premier procédé détermine l'étirement des tissus mais n'a pas d'effet sur la réaxation apophysaire ; le second assure assez régulièrement le dérapage des facettes apophysaires concaves en fin de glisser.

Comme c'est le bras concave qui est lancé, ceci correspond à une réaxation apophysaire, c'est-à-dire à une remontée fonctionnelle des appuis apophysaires concaves.

L'inertie étant proportionnelle à la vitesse et à la charge, le mouvement s'effectuera en un lancer rapide, parfois main chargée, la fin de course étant bien relâchée.

Pour le bras, l'éducation de ce type de geste est assez facile – pour le membre inférieur, tous les sujets n'atteignent pas à l'efficacité.

Le lancer du bras et de la jambe peut s'effectuer dans les trois plans de l'espace : plan frontal, plan sagittal et plan horizontal. Les efficacités étant différentes selon le cas, nous les envisagerons séparément.

Dans le plan frontal, l'efficacité du bras concave et de la jambe concave ouvre la concavité ou tente de réaxer les facettes apophysaires concaves.

Selon qu'il existe une ou deux courbures, le lancer du bras et de la jambe est isolatéral ou controlatéral – fig. 57 a, b –.

Sans que le lancer n'existe, ce principe est déjà utilisé par Klapp en quadrupédie simple lors de la marche croisée ou lors de la marche à l'amble – courbure simple ou en S –.

Dans le plan sagittal et horizontal, le lancer du bras et de la jambe assure l'ouverture concave mais également la rotation, c'est-à-dire la correction ou l'aggravation de la torsion scoliotique pathologique.

Le lancer du bras concave vers le haut et l'arrière tourne le rachis vers la concavité – fig. 53 a –, aspect positif de détorsion qui tend à ramener l'appui apophysaire de coaptation convexe.

Le lancer du bras concave vers le haut et l'avant – avec adduction donc – (fig. 57 c) tourne le rachis vers la convexité, ce qui décoapte les appuis apophysaires convexes en accentuant la torsion pathologique.

Ceci signifie qu'en quadrupédie, le lancer du bras vers le haut en rasant le sol – fig. 53 g – tend à déterminer la rotation convexe du rachis scoliotique – rotation dans le mauvais sens – tandis que le lancer « en oblique, en haut » corrige la torsion scoliotique – fig. 57 a –.

Lors des lancers du bras concave engendrant des composantes de rotation, la localisation du sommet de torsion est d'autant plus basse dans le rachis que le bras s'oriente vers le zénith.

Au zénith, la torsion rachidienne atteint la lombaire. La dorsale moyenne s'obtient par un lancer quasi horizontal du bras, la dorsale haute par un lancer du bras oblique en bas – fig. 53 a, b, c –.

Le lancer du bras convexe s'utilise parfois, dans le plan horizontal, pour détordre le rachis. L'orientation est antérieure et plus ou moins au zénith ou vers le bas, selon que la localisation de la détorsion doit être basse, moyenne ou haute – fig. 53 d, e, f –.

Principe d'efficacité de la musculation des membres inférieurs

L'hypotonie de la musculature d'extension et de flexion de la cheville engendre un mauvais contrôle de la verticalisation sagittale des membres inférieurs. La projection antérieure du bassin en référence à l'axe des Chopart peut en être la conséquence et, à un second degré, la statique en suspension antérieure.

L'hypotonie de la musculature de stabilisation frontale du bassin, particulièrement celle des abducteurs et des adducteurs de la hanche, autorise également la translation du bassin dès que la latéralisation de la ligne de gravité survient. Les stations hanchées trouvent souvent là leurs origines, avons-nous vu.

Muscler les jambes ainsi que les abducteurs et les adducteurs de la cuisse trouve, dans ces observations, sa justification.

Les techniques de résistance maximale s'indiquent.

Principe d'efficacité de la correction du bassin

Cinq types de corrections du bassin existent : l'anté ou la postéro-basculé, la latéro-basculé, la dérotation horizontale, la translation frontale et la translation sagittale.

L'anté ou la postéro-basculé du bassin décide de l'inclinaison sacrée et par là du degré lordotique de la courbure lombaire.

Le degré lordotique lombaire est a priori déterminé par le type morphologique du sujet. Les sujets du type longiligne ont une plate-forme sacrée normalement inclinée à 34°, les sujets trapus ont une plate-forme sacrée normalement inclinée à 50°. Les premiers sont à courbures rachidiennes effacées, les seconds à courbures rachidiennes accentuées. On ne peut donc a priori juger d'une hyperlordose en ne lisant que la radiographie.

On remarquera que la statique en suspension postérieure déclenche l'activité du plan musculaire postérieur, c'est-à-dire de muscles qui pour l'essentiel redressent les courbures rachidiennes – niveau lombaire excepté – tandis que la suspension antérieure tend particulièrement à lordoser par les effets tractants des psoas-iliaques.

L'accentuation de l'antéro-bascule du bassin peut provenir de trois origines qui, certes, déterminent peu à peu un cycle d'aggravation.

- **hyperlordose lombaire et antéro-bascule du bassin par localisation très antérieure du centre de gravité du segment abdominal, en référence à l'axe médio-sacré ;**
- **hyperlordose lombaire consécutive à une cyphose dorsale accentuée ;**
- **hyperlordose par rétraction de la zone d'inversion de la courbure dorso-lombaire.**

Dans le premier cas, c'est le recul du centre de gravité du segment abdominal qui détermine la réduction du renversement postérieur du tronc puisque ce renversement s'effectue dans un but d'équilibration. Il faut donc muscler le transverse de l'abdomen et les obliques. On remarquera que le recul des épaules – donc les bras – reporte la charge du segment supérieur vers l'arrière, ce qui réduit l'ampleur du renversement postérieur du tronc – et ainsi celle de la lordose de la charnière dorso-lombaire.

Dans le cas d'hyperlordose lombaire consécutive à une cyphose dorsale – c'est le cas dans les Scheuermann –, c'est évidemment l'assouplissement dorsal et le recul du poids des membres supérieurs et des épaules qu'il faut tenter d'obtenir.

Dans les deux cas qui précèdent, la mise en position courte d'extension de la charnière dorso-lombaire détermine sa rétraction en lordose. C'est donc son assouplissement qui devra être réalisé.

Sur le plan de la qualité de la rigidification du rachis lombaire, retenons que la postéro-bascule du bassin déverrouille l'empilement vertébral en le plaçant sur appui discal. La divergence apophysaire inhibe par ailleurs les commandes électives d'extension de ces étages.

Comme Charrière et Roy, nous croyons que la fixation du bassin par les abdominaux et les fessiers sert la statique d'un sujet.

Rappelons qu'il existe de fait deux types de lordose lombaire en position debout : la lordose qui, partant vers l'avant, invite à la suspension postérieure du rachis ; la lordose lombaire qui, partant presque d'emblée vers l'arrière, invite au renversement postérieur du tronc et à la suspension antérieure.

La première est rigidifiante du rachis lombaire, l'autre non.

La latéro-bascule du bassin oriente le départ frontal du rachis lombaire en basculant la plate-forme sacrée.

L'horizontalité frontale de celle-ci est indiquée. Elle sera donc corrigée si son obliquité détermine la déviation frontale du rachis lombaire.

La correction horizontale du bassin est essentielle puisque la rotation pelvienne tord le rachis lombaire de bas en haut et détermine ainsi le déverrouillage vertébral par accentuation et réduction controlatérale de l'appui apophysaire.

Si l'on tient compte du paradoxe de Sohier, la rotation concave du bassin est donc la plus perturbante.

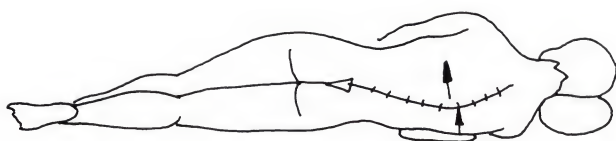
L'inégalité de traction des psoas-iliaques ou l'inégalité de longueur des membres inférieurs sont les deux causes les plus habituelles de la rotation du bassin. Il existe parfois aussi un problème de sacro-iliaque.

La translation frontale du bassin permet de replacer l'axe médio-sacré et l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre à l'aplomb.

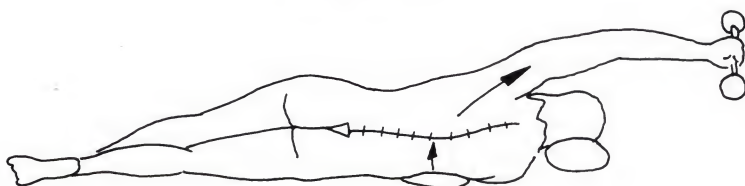
Elle réduit le moment frontal de G.

La translation sagittale du bassin déplace vers l'avant ou vers l'arrière l'axe de référence trans-coxo-fémoral.

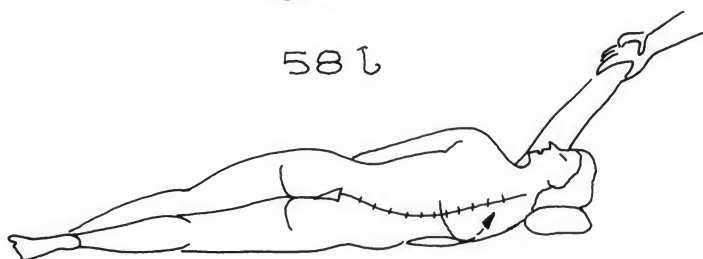
Elle permet ainsi d'inverser à la demande le type de suspension sagittale du corps, suspension postérieure ou antérieure.



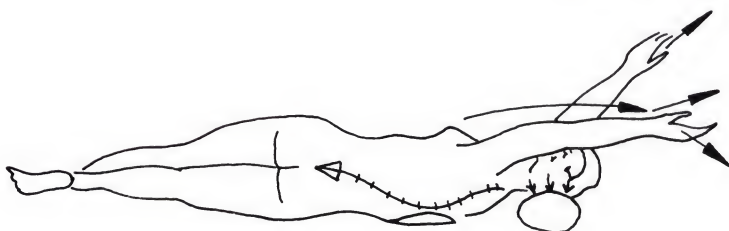
58 a



58 b



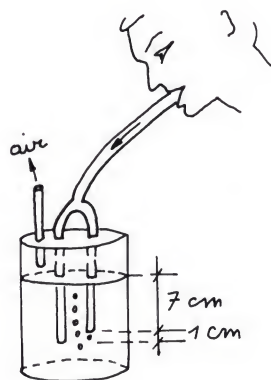
58 c



58 d



58 e



58 e¹

QUATRIEME CHAPITRE

Analyse des exercices et des techniques des différentes méthodes gymniques et orthopédiques

Nous considérerons, sauf précisé, qu'il s'agit toujours d'une scoliose dorsale ou dorso-lombaire droite et/ou d'une lombaire gauche.

Les techniques gymniques

- quelques exercices personnels
- quelques exercices classiques
- quelques exercices de Klapp
- quelques exercices de Schroth
- quelques exercices de Niederhöffer
- quelques exercices de Burger-Wagner
- quelques exercices de Péninou et Salzard
- quelques exercices de Mézières
- quelques exercices de Bohler
- quelques exercices de Pérrin
- quelques exercices de Charrières-Roy

Les techniques orthopédiques

- les techniques d'élongation
- les corsets plâtrés
- les corsets type Stagnara, Milwaukee

Les techniques gymniques

quelques exercices personnels

Exercices de réaxation apophysaire concave par activité unipodale de la pince-ouvrante, activité électivement localisée à deux ou trois étages.

De nombreuses positions initiales conviennent, mais il est préférable que G soit antérieure.

Rotation concave du rachis, de haut en bas – donc au cours d'une légère flexion – de manière à localiser la coaptation apophysaire convexe au niveau du ou des étages à réaxer.

Accentuation de la rotation terminale pour intensifier au maximum la coaptation apophysaire convexe au sommet de courbure.

Brusque et rapide extension-inclinaison convexe des étages à dégager. Cette brusque activité unipodale convexe déclenche la réaxation apophysaire concave.

Exercices de réaxation apophysaire concave employant la force d'inertie

Toute position initiale stable convient. Pour le rachis dorsal, la force d'inertie provient du lancer rapide du bras concave vers le zénith. Une petite charge peut être prise en main. La musculature antagoniste doit être relâchée en fin de course. Apprendre à «laisser aller le bras» en fin de course.

Le mouvement s'effectue selon une orientation tangentielle aux facettes apophysaires. Il ne peut déterminer la rotation convexe du rachis.

Une rotation concave préalable du rachis de haut en bas permet de localiser les étages électivement sollicités.

Le placement d'un gabarit dans la convexité intensifie l'exercice – bourrelet, main, cale, coussin de sable, bomme,...

Le lancer de la jambe en adduction agit de la même façon au niveau des étages lombaires.

Exercice de réaxation apophysaire par sollicitations manuelles au mode modelant de L4 - L5 - S1.

C'est le quatrième temps de nos mobilisations analytiques utilisées en rhumatologie tome 2 Kinésithérapie Analytique de la colonne vertébrale, Sohier –.

Exercice de réaxation apophysaire des étages dorsaux par des soulevés légèrement saccadés du sujet.

C'est la mobilisation analytique du rachis dorsal réalisée de manière à solliciter la dés-habitation apophysaire tangentielle et en douceur.

Exercice de correction, de modelage, de ventilation, de musculation convexe en coucher latéral.

Coucher latéral du côté de la gibbosité dorsale. Le membre inférieur, côté sol, est tendu ou non selon l'existence ou non d'une courbure lombaire (fig. 58 a) ; l'autre membre inférieur est fléchi ou tendu. Un petit coussin améliore l'appui de la nuque. Un coussin plat, moyennement dur, est placé sous la gibbosité dorsale – accentuation de la correction frontale –.

Quelques lancers du bras concave, éventuellement légèrement chargé à la main, sont effectués – réaxation apophysaire concave, ouverture concave, assouplissement thoracique concave – fig. 58 b –.

Maintien du bras concave vers le haut, en position étirée – fig. 58 b –.

Rotation concave du tronc, de haut en bas, par traction passive du kinésithérapeute sur le bras convexe – fig. 58 c –. L'orientation de la traction, dans le prolongement du rachis ou plus ou moins perpendiculairement à son axe longitudinal, localise l'effet maximum de torsion vers le bas ou vers le haut du rachis.

Après éducation, cet étirement du bras convexe vers le zénith ou vers l'avant peut être effectué activement par le patient pour localiser le sommet de détorsion.

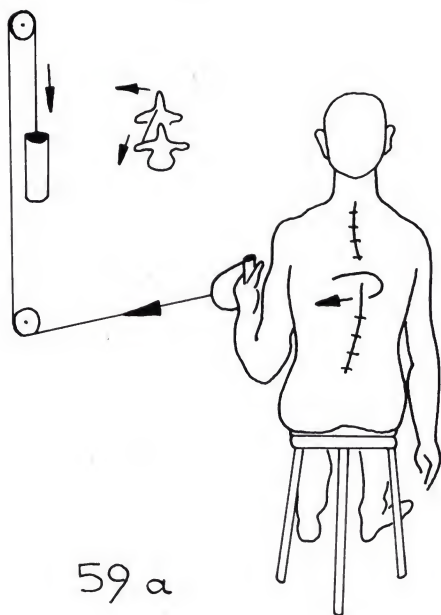
L'effet souhaité est, dans les deux cas, la recoaptation apophysaire convexe maximale des vertèbres sommet.

Extension dorsale et extension-rotation concave, par appui de la nuque sur le coussin, effectuées en bouffées en deux ou trois contractions. C'est le «petit pont» avec rotation – musculation des rotateurs convexes – fig. 58 d –.

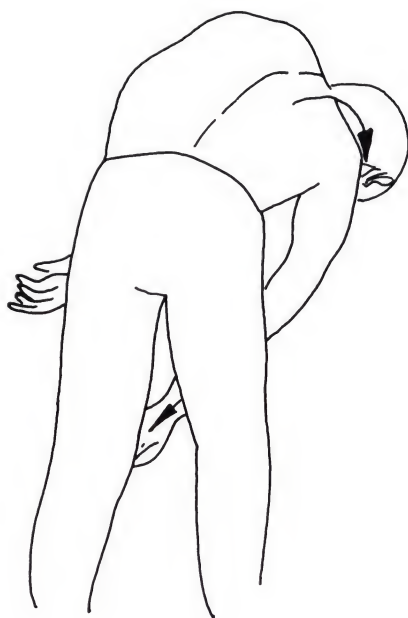
Reprise des tractions ou étirements de l'un puis l'autre bras. Reprise des contractions d'extension-rotation de musculation.

Exercices respiratoires dans cette position hypercorrigée. Inspiration concave, vers le haut, le dehors et l'arrière ; expiration convexe, lentement ou en saccades, en poursuivant l'inspiration de dégagement thoracique concave. L'expiration s'effectue contre légère résistance – 7 cm. d'eau – grâce au respirator de M. Lebrun – fig. 58 e, e' –. L'existence de trois tubes de longueurs différentes oblige le sujet à doser avec précision sa force expiratoire – musculation du transverse –. Les bulles d'expiration ne peuvent sortir que du tube le plus court.

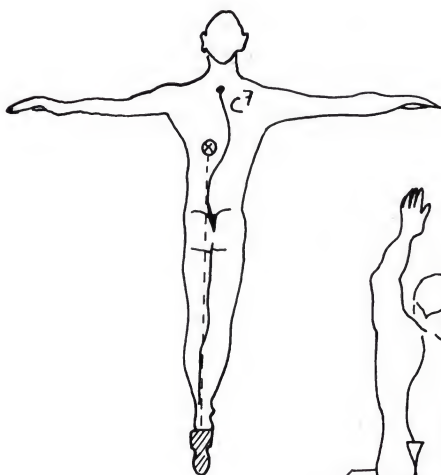
Cet exercice se prolonge pendant une demi-heure ; il constitue une posture d'hyper-correction.



59 a



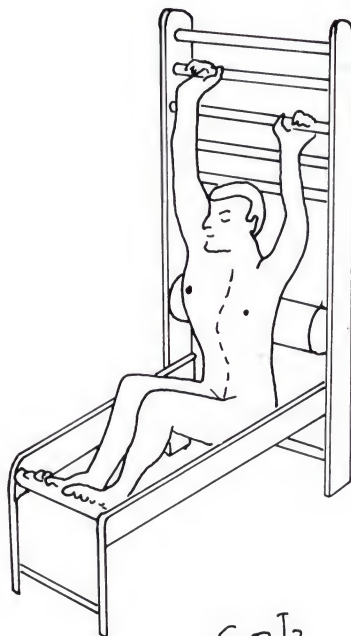
59 b



60 c



60 a



60 b

Modelage thoraco-rachidien par musculation intensive du grand dentelé concave en position courte – fig. 55 d –.

Le patient est debout ou assis ; le bras concave est chargé en position haute.

La contraction concentrique du grand dentelé s'effectue en poussant l'épaule et le bras tendu vers le zénith – double effet de rappel de la concavité rachidienne et de la gibbosité thoracique concave antérieure vers l'arrière – fig. 55 d –.

L'association d'une extension-rotation concave du rachis par contraction en bouffées de la musculature dorsale convexe convient, surtout si la rotation localise électivement le travail vertébral au sommet de courbure.

Assouplissement du transversaire épineux concave par contraction excentrique – fig. 55 a –.

Tronc incliné à l'horizontale, bras concave dans le prolongement du tronc, main accrochée à l'espalier ou en appui sur une table, bras convexe tendu latéralement, main chargée.

Rotation concave du tronc, en saccades, avec descente du bras jusqu'à la position basse – activités excentriques du transversaire épineux concave résistant à la composante de rotation de la charge convexe.

Redressement du tronc, abduction du bras, inclinaison du tronc à l'horizontale. Reprise de l'exercice.

L'exercice peut aussi s'effectuer «tronc incliné en avant» avec une barre-à-boules unilatéralement chargée.

Egalement en position assise ou en légère inclinaison tronc avant, par résistance par «poignée, élingue, poulie, charge» – fig. 59 a – tenue par la main concave, coude fléchi. Rotation concave en bouffées.

Assouplissement concave postérieur par grande flexion maintenue du tronc en avant, associée à l'inclinaison latérale convexe et à la rotation concave – fig. 59 b –

L'inclinaison convexe associée à la flexion localise la compression discale sur la partie convexe du nucléus pulposus et repousse donc la masse nucléaire convexe vers la concavité pincée du disque.

La position assure en même temps le dégagement et l'étirement des tissus postéro-concaves du rachis. L'accentuation de la rotation concave étire en plus les faisceaux des transversaires épineux concaves.

Le mouvement s'effectue le bras concave au-dessus de la tête, parfois la main convexe en gabarit convexe. On y ajoute des insistances.

La position limite peut être maintenue – posture d'étirement –.

L'exercice est à réaliser avant et – ou – après les exercices d'extension du rachis.

Le massage

C'est un exercice... de dextérité manuelle. Il agit sur la musculature concave par ses effets de renutrition et d'assouplissement, sur la musculature convexe par ses effets décontracteurs.

La natation

La brasse convient tant que la symétrie des appuis apophysaires peut être recouverte par la projection plus intense du bras concave vers l'avant, du membre inférieur concave vers l'arrière.

La réalisation d'une rotation concave, au cours de l'extension du rachis, convient pour rigidifier les appuis apophysaires convexes.

Les exercices en position de fente avant

Les positions de fente avant sont prises en station debout ou assise uni-fessière sur le bord d'un tabouret – fig. 60 a –.

Le membre inférieur concave est tendu vers l'arrière. L'ouverture frontale obtenue aux lombes doit exister sans rotation, afin d'éviter le déverrouillage des étages lombaires.

Lancement du bras concave au zénith, sans rotation convexe automatique – réaxation apophysaire concave –. Le bras convexe est « coude au corps » ou la main à la hanche.

Inclinaison antérieure du tronc – activité d'haubanage sagittal – ; translation concave de rangement du tronc, inclinaison convexe d'ouverture concave.

Rotation concave du rachis, de haut en bas, puis insistance par des contractions musculaires convexes en bouffées – activité unipodale convexe –.

ou : membre supérieur concave chargé, lente inclinaison convexe associée à la flexion et à la rotation concave – musculation excentrique postéro-concave.

Retour du membre supérieur concave en position basse – par l'avant – puis, nouveau lancer du bras vers le zénith.

La poussée pédestre du Docteur de Sambucy – fig. 60 b –.

En suspension asymétrique par les membres supérieurs à la poussée pédestre de De Sambucy. La gibbosité thoracique convexe est en appui. Modelage thoracique en association à une respiration de dégagement concave et d'expiration gibbositaire convexe.

L'intensité de la poussée uni- ou bilatérale des jambes définit la puissance du modelage thoracique. La suspension assure le dégagement longitudinal du rachis, l'appui gibbositaire sa dérotation ; la position plus ou moins relevée des membres inférieurs bloque le rachis lombaire en cyphose et localise mieux encore l'appui dorsal.

Les exercices sur engins d'appui

Le bourrelet de bombe, la bombe de Lorentz, la bombe d'espallier... permettent d'assurer des appuis postéro-convexes et d'enchaîner : les lancers concaves de réaxation, les dégagements concaves d'assouplissement, les détorsions, la musculation convexe à partir de positions diverses.

Les exercices d'équilibre

La ligne tracée au sol, la bombe retournée, le banc suédois... permettent des exercices d'équilibre et, par là, le rangement frontal de G vis-à-vis d'une largeur d'appui réduite.

La réduction frontale du moment de G n'est toutefois assurée que si l'axe médio-sacré est en sub-aplomb ou à l'aplomb de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre – fig. 60 c –.

Sinon, les contraintes frontales d'écrasement concave ne sont pas réduites.

Les exercices de musculation du plan dorsal en décubitus ventral

En coucher ventral, les activités d'extension du tronc et de la tête déclenchent la contraction bilatérale des érecteurs rachidiens. Les activités unilatérales du plan postérieur sont quasi inexistantes, même lors de l'élévation unilatérale d'un bras ou d'une jambe – D. Crehay, biblio-. Seules existent des prédominances d'activité.

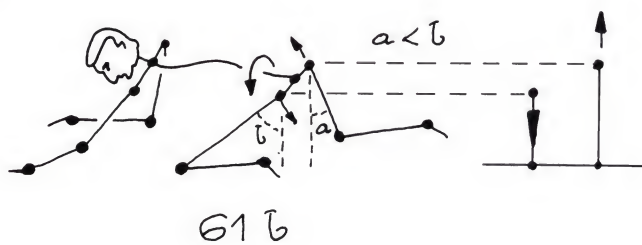
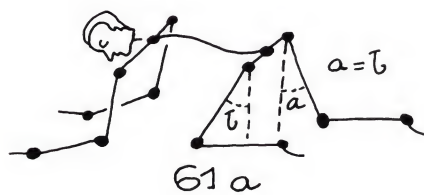
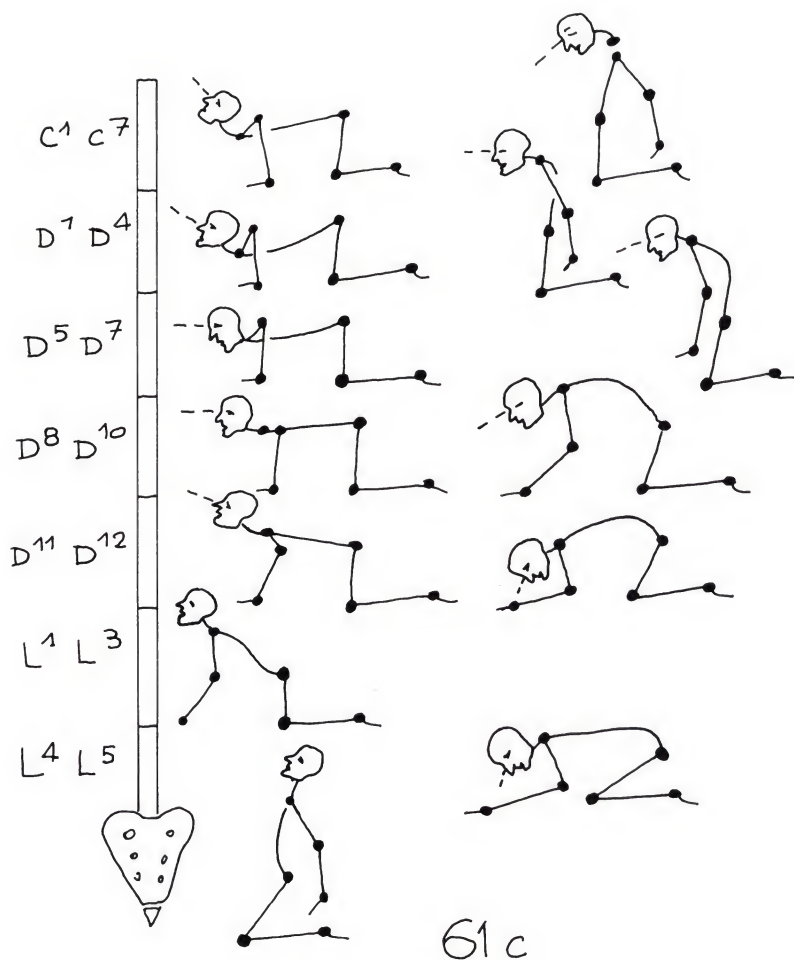
Seule la rotation ou l'inclinaison latérale déclenche des réponses unilatérales.

quelques exercices de Klapp

Généralités

Notre but n'est pas d'analyser les principes fondamentaux de la méthode de Klapp mais d'en passer les exercices à l'analyse des règles de biomécanique que nous avons étudiées, et de conclure aux types d'efficacité engendrées ou non.

Notons déjà que nous ne pouvons suivre le principe de Klapp concernant le parallélisme des ceintures. Nous considérons en effet comme essentiel d'assurer la rigidification de l'étage par la recoaptation apophysaire convexe et, éventuellement, l'activité de pince-ouvrante unipodale convexe. Ces conditions d'efficacité ne sont obtenues que par la rotation concave du rachis, réalisée de haut en bas. Dans tous les cas, les activités musculaires ne sont pas maintenues afin de favoriser le travail électif des transversaires épineux.



Nous ne reviendrons pas sur les principes de la marche croisée ou de la marche à l'amble – fig. 57 a, b – puisqu'il va de soi que l'ouverture concave du rachis par dégagement longitudinal du membre supérieur ou du membre inférieur concave est la règle de tout exercice gymnique, quadrupédique ou autre.

On remarquera cependant qu'en quadrupédie, l'avancée du genou ne détermine pas nécessairement la bascule frontale du bassin mais peut, au contraire, tordre le bassin si l'inclinaison des deux cuisses n'est pas égale – fig. 61 a –. La hanche la plus basse est située alors du côté de la cuisse la plus oblique. La torsion du bassin s'effectue donc de ce côté – fig. 61 b –.

Cet aspect est important, puisque – paradoxe de Sohier – la torsion convexe du bassin déverrouille les étages lombaires en décoaptant les facettes apophysaires convexes – aspect particulièrement négatif si le rachis est en charge –.

En ce qui concerne le principe de Klapp pour la localisation des étages lors du travail en cyphose ou en lordose – fig. 61 c –, nous en avons cerné les principes physiologiques : le verrouillage du rachis s'effectue du segment mobile vers le segment fixe en cyphose, du segment fixe vers le segment mobile en lordose.

Nous savons ainsi que la tête comme le bassin peuvent être le segment mobile ou le segment fixe. Le verrouillage ne survient donc pas nécessairement de haut en bas en cyphose, et de bas en haut en lordose.

Selon le type morphologique, à courbures rachidiennes effacées ou à courbures rachidiennes accentuées, la localisation des étages mobiles varie pour une même inclinaison du rachis. On apprendra donc à regarder et à contrôler continuellement le dos de ses patients, pour localiser le niveau de travail maximum.

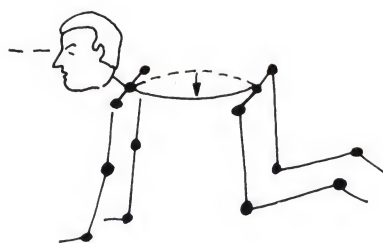
Pour Klapp, les muscles abdominaux bénéficient de leviers beaucoup plus longs que ceux des muscles érecteurs du rachis, ce qui constitue – dit-il – particulièrement par les effets de torsion des obliques «une déficience orthogénétique de la position debout».

Les abdominaux l'emportent, en moyenne fonctionnelle, dès que G est en localisation postérieure. Dans ces conditions, ce facteur déviatoire agit donc d'autant plus que les érecteurs rachidiens participent moins au contrôle de l'érection rachidienne.

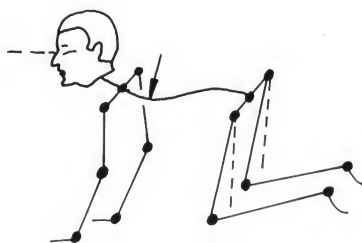
Les exercices de Klapp n'envisagent pas l'éducation de la statique érigée.

Une étude réalisée à l'Institut Supérieur de Kinésithérapie de Liège – Crehay, biblio – analyse les activités musculaires des érecteurs du rachis lors des exercices de Klapp, effectués en conservant aux ceintures leur parallélisme. Elle constate une intensification des activités du transversaire épineux en lordose et une réduction en cyphose. L'élévation unilatérale du bras ou/et de la jambe ne déclenche pas leur activité élective unilatérale. Il n'y a pas non plus d'activités croisées du transversaire épineux lors des exercices à l'amble.

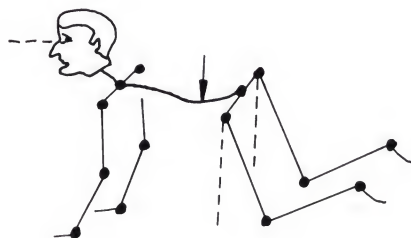
Ceci sous-entend un travail d'assouplissement lors des exercices en cyphose, des activités bipodales lors des temps d'extension, des activités unilatérales lors des temps de rotation (relire ce que nous avons écrit des mécanismes d'arthroception inter-apophysaire, en fin du chapitre de biomécanique).



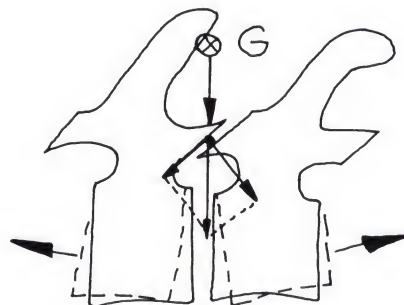
62a



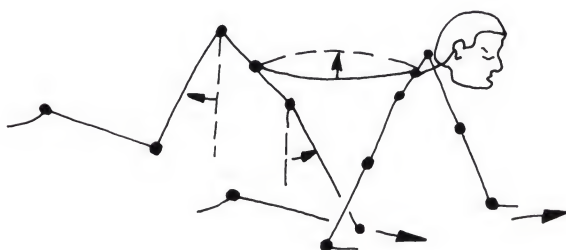
62b



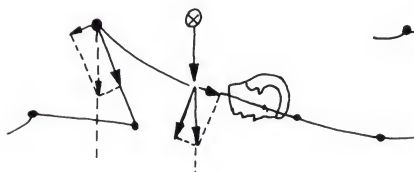
62c



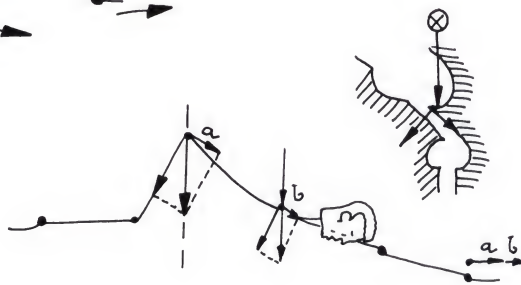
62d



63



64a



64b

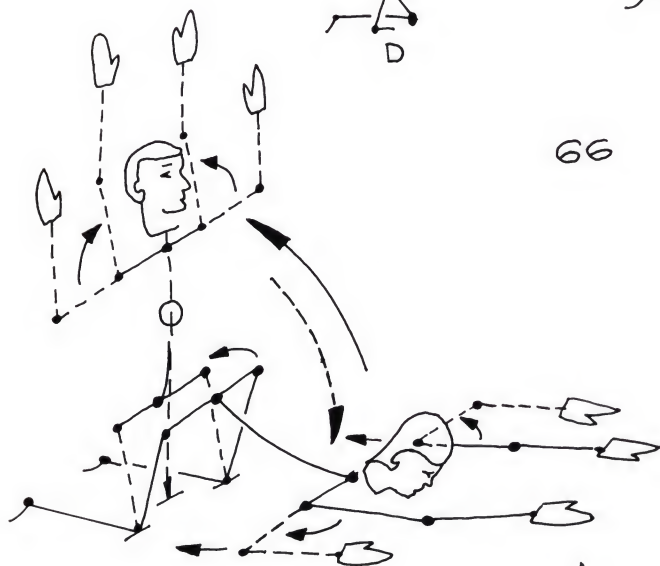
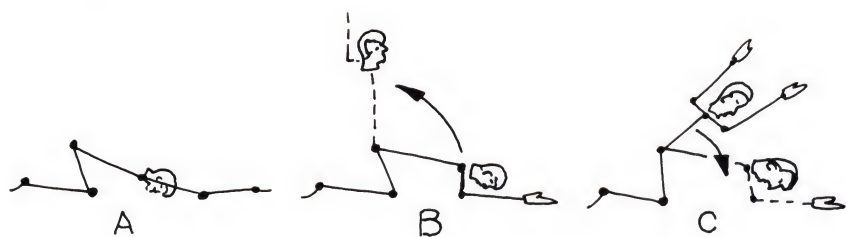
Le déplacement du genou ou le lancer du membre inférieur peut s'effectuer avant, simultanément ou après le lancer du bras – ceci, selon que l'on souhaite fixer ou non le bassin avant d'ouvrir le rachis concave ou recapter l'appui apophysaire convexe.

La position quadrupédique

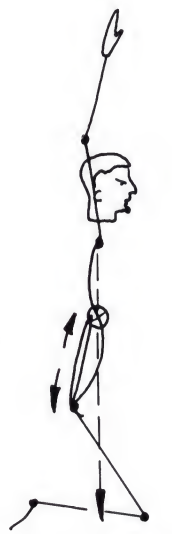
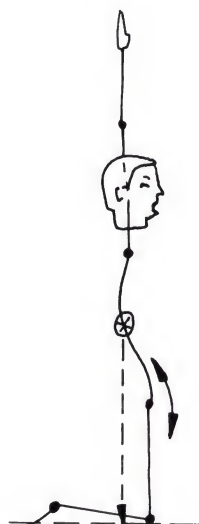
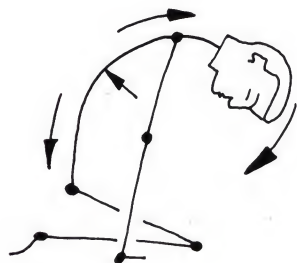
- la fig. 62 a en visualise les détails quant à la position de la tête, des cuisses, du dos, des bras, des mains.
- La suspension du rachis entre les deux ceintures doit être réelle, c'est-à-dire que le rachis doit s'incurver vers la lordose. Cette position conditionne l'intensification de la coaptation apophysaire bilatérale – fig. 62 a – et le verrouillage antitorsion de l'étage vertébral.
- Il est rare qu'en position quadrupédique, le sujet suspende spontanément son rachis entre ses deux ceintures. Pour déclencher le «laisser-aller» assurant l'incurvation du rachis vers le bas, il faut demander la mise en cyphose totale du rachis, puis un relâchement assez brusque – fig. 62 a –.
- Selon la souplesse du sujet, selon son type morphologique, le point de lordose maximum peut varier. On peut être amené à ne pas accepter qu'il soit là où il se localise spontanément – lieu de coaptation maximale –. Jouer sur l'inclinaison des cuisses permet de varier cette localisation. L'inclinaison postérieure des cuisses cyphose en effet les lombes et reporte plus haut les effets de lordose maximale – fig. 62 b, c –.
- L'épaule convexe est replacée vers l'arrière par la contre-poussée du sol. La rotation concave va y trouver son contre-appui.
- Les forces gravitaires et l'engrènement lordosant intensifient électivement la recoaptation apophysaire convexe et réalisent la détorsion automatique des étages les plus tordus.
- Par son orientation perpendiculaire au rachis, la gravité fait fonctionner passivement la pince-ouvrante en extension – fig. 62 d –. Le dégagement du rachis antérieur survient. Comme son ampleur concave et convexe dépendent de la hauteur des appuis apophysaires, son asymétrie détermine des conditions non positives.

La promenade

- La position initiale : la position quadrupédique, patins aux mains, aux genoux, aux pieds.
- L'exercice consiste, selon Klapp, en une marche croisée, le genou et le bras opposés avançant simultanément.
- Le commandement : à droite, à gauche,...
- Pour Gans – biblio –, les genoux glissent sans quitter le sol ; les bras restent tendus ; la tête suit le mouvement du tronc et regarde du côté du genou avancé – fig. 63 –.
- Le bassin reste horizontal. La colonne vertébrale décrit à chaque mouvement une incurvation d'ouverture concave. Le mouvement n'est pas insisté du côté convexe.



66



- L'impulsion vient du lancer du bras concave, qui décrit un demi-cercle en rasant le sol.
- Si le principe du parallélisme des ceintures est respecté, seule la correction frontale du rachis survient.
- En sus de l'efficacité de la position initiale, chaque mouvement latéral du rachis déclenche la mise en activité de la pince-ouvrante en appui unipodal convexe, à la condition que la sévérité de la déviation scoliotique n'ait pas réduit ou supprimé l'appui apophysaire convexe.
- Pour améliorer cette activité unipodale convexe, il faut associer une composante de rotation concave au dégagement latéral.
- Lors de l'exercice de Klapp, le lancer du bras concave n'est pas suffisamment terminal pour assurer la relaxation apophysaire «d'inertie». Un danger peut même exister : la rotation convexe de la ceinture scapulaire consécutive au lancer du bras. La flexion synchrone du bras convexe supprime cette incorrection et assure même un certain degré de rotation du rachis vers la concavité.
- Charger la main concave, autoriser et éduquer l'amplitude terminale permet de bénéficier de l'inertie «terminale» et de la relaxation apophysaire concave.
- La recoaptation convexe est améliorée si la tête tourne, cou en flexion, de haut en bas vers la concavité – si une déviation cervicale n'existe pas.
- La marche «à quatre pattes» avec un cavalier constitue un exercice dérivatif en cas de scoliose dorsale ou dorso-lombaire ne présentant pas de raideur irréductible. Le poids du cavalier, un enfant de poids non excessif, améliore l'appui apophysaire convexe, assure le modelage thoracique et l'ambiance de jeu.

Le glisser

- La position initiale – fig. 64 a –. Le poids des cuisses et du bassin tire le bas du corps vers l'arrière ; le poids du tronc le tire vers l'avant.
La gravité assure la coaptation apophysaire de rigidification – fig. 64 b –. Le thorax est dégagé.
- Le glisser vers l'avant, les deux mains simultanément, provient de la mise en hors-aplomb antérieur du centre de gravité de la masse pelvienne en référence aux appuis des genoux – fig. 64 b –. Cette force s'ajoute à celle du tronc. La progression ne provient donc pas de l'avancée des genoux.
- Les petits pas de genoux assurent le rattrapage d'équilibration.
- L'exercice ne doit donc pas être commandé. C'est la sensation du déséquilibre antérieur du tronc qui détermine le pas de genoux.
- L'autograndissement préalable en position de glisser, l'avancée prédominante du bras concave, la surélévation de la main concave par un sabot de sable afin d'assurer un début de détorsion concave du rachis, l'avancée des genoux au rythme «d'un pas pour rien» du côté convexe, la respiration rythmée sur une inspiration d'expansion concave et deux expirations convexes peuvent se greffer sur l'exercice de base pour en intensifier les effets.

Le ramper

- La position initiale est celle du glisser. Lors de la progression, une translation latérale du tronc, insistée du côté concave, réduite du côté convexe, s'effectue – fig. 65 a –.
- Le commandement : à gauche, fort, à droite, léger...
- L'assouplissement thoracique concave s'ajoute ici aux effets du glisser.
- Si le lancer du tronc s'effectue avec une composante de rotation concave, l'efficacité correctrice née de l'appui apophysaire convexe est nettement intensifiée.

Le saut du lièvre

- La position initiale : le glisser. Ramener les bras en position rectangulaire pour en réduire le moment – fig. 66 a –. Redresser le tronc – fig. 66 a –. Abaisser lentement le tronc – bras tendus ou en position rectangulaire – vers le sol, en position de glisser. Sauter, genoux entre mains, en cyphose totale du rachis – fig. 66 b –. Glisser.
- En sus des efficacités du glisser, l'exercice est intensément musclant globalement du plan postérieur. La mise en cyphose totale constitue le temps d'assouplissement. Il est hélas symétrique de la musculature postérieure et écrase l'interligne discal concave.
- Commandement : en glisser, les mains en haut, en bas, sauter, glisser.
- Le danger vient de l'écrasement concave du disque et des corps vertébraux lors de la mise en cyphose, de la non remise en symétrie des appuis apophysaires et de la non recoaptation apophysaire convexe avant la puissante contraction de redressement du tronc – activité bipodale de dégagement discal à prédominance convexe.
- Pour corriger, nous demandons : l'autograndissement, la translation concave du tronc, la rotation concave du rachis, l'inclinaison convexe du rachis en position de glisser avant d'effectuer le redressement du tronc.
- Mieux est d'effectuer le redressement, bras en position rectangulaire, en rotation concave progressive. Le verrouillage monte ainsi de l'élément fixe – le bassin – vers le haut. Ceci convient particulièrement dans les scolioses dorso-lombaires.
- On localise mieux ces mêmes mécanismes de verrouillage, mais cette fois vers le haut du rachis, en assurant une résistance à la nuque au moyen de la main du sujet. Le verrouillage s'effectue dès lors de haut en bas. Il devient très électif pour les déviations localisées typiquement à la dorsale – D 5, 6, 7, 8 –.
- Lors du temps agenouillé, le recul de l'axe trans-coxo-fémoral ne sera pas oublié, afin que G puisse tomber en hors-aplomb antérieur sans déséquilibrer la position – fig. 66 a –. La verticalité des cuisses engendre nécessairement la suspension antérieure – fig. 66 c c').

- L'autograndissement en position agenouillée, la respiration d'expansion concave, les rotations concaves en bouffées lors de la redescente du tronc engendrent des efficacités complémentaires.
- La mise en cyphose totale du rachis à la fin du «sauter» doit s'effectuer en appui sur la partie convexe de la masse nucléaire. On comprime celle-ci pour l'inviter à une migration concave. L'enroulement cyphotique associe donc la translation concave et l'inclinaison convexe.

Le tourner

- La position initiale : le glisser. Sauter, genoux entre les mains. Glisser, bras tendu en avant en appui sur la main d'un côté, tandis que l'autre bras réalise une élévation latérale – fig. 67 a –. Celle-ci s'associe à une rotation isolatérale du tronc, du rachis, et de la tête.
- Commandement : sauter, glisser-tourner, déposer avant.
- L'exercice peut convenir pour assouplir un rachis, à la condition formelle qu'il ne présente aucune déviation latérale ; il ne peut convenir dans ce cas puisque, si l'ouverture frontale est concave, la rotation s'effectue dans le mauvais sens – fig. 67 b –.
- Nous réalisons un «tourner modifié». Au lieu de faire partir le bras convexe en élévation latérale, nous le glissons par en dessous du tronc. Il assure ainsi une re-coaptation apophysaire convexe, de haut en bas, puisque la rotation se fait vers la concavité – fig. 67 c, d, e –.
- Cette technique permet de localiser très électivement les étages en détorsion maximale. Si le bras glisse en oblique avant, la localisation est dorsale basse ; s'il s'oriente vers le bas, la localisation est dorsale moyenne ou supérieure – fig. 67 c, d, e –. On observe le niveau exact de la détorsion rachidienne car elle varie légèrement selon la souplesse du sujet.
- L'autograndissement en position de glisser, la respiration associée réalisée de manière à assurer le temps expiratoire au cours de la détorsion concave ajoute d'autres efficacités à l'exercice.
- Pour assurer à cet exercice des effets musclants, il suffit de réaliser des détorsions en bouffées lorsque la position limite d'étirement du bras convexe est atteinte.

Le glisser avec extension du bras et de la jambe

- La position initiale : le glisser. Avancer le genou convexe d'un grand pas pour venir le placer à l'intérieur de la main convexe. Lancer rapide du bras concave vers le dehors et l'avant. La flexion du bras convexe s'effectue simultanément – fig. 68 a –. La verticalisation de la cuisse concave survient ; elle tend le membre inférieur concave ; celui-ci est adducté en pointe pied – fig. 68 a –.
- Commandement : le genou, lancer, fléchir, la jambe.

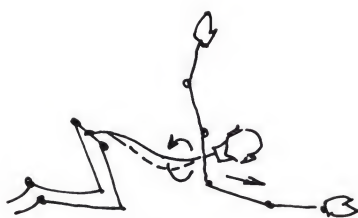


fig 67a

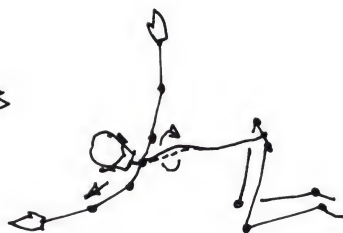


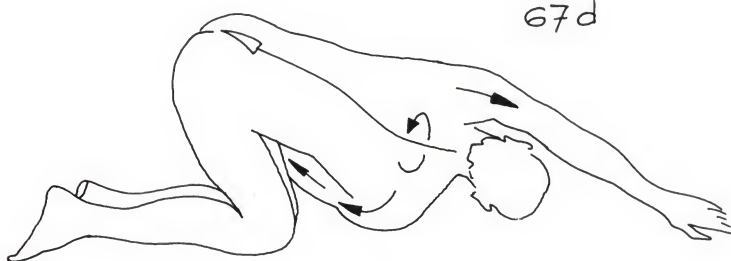
fig 67b



67c



67d



67e



68a

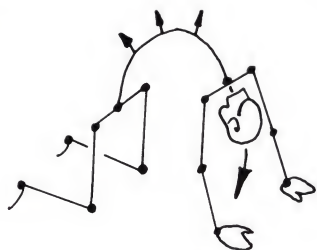
- L'exercice convient uniquement pour une scoliose en C.
- Si le lancer du membre supérieur concave, chargé ou non, n'est pas retenu en fin de course, la réaxation apophysaire concave de la partie basse de la courbure est sollicitée.
- La détorsion concave assure une recoaptation apophysaire convexe, d'autant meilleure que la flexion du membre supérieur convexe est ample et rapide – fig. 68 a –.
- L'inclinaison de la tête du côté convexe prolonge la correction frontale. La rotation de la tête du côté concave intensifie la coaptation apophysaire convexe.
- La latéralisation du membre supérieur concave et sa projection en bouffées vers le haut – rotation du rachis – permet de muscler les transversaires épineux convexes, surtout si la main concave est chargée.
- Le pas de genou convexe ample détermine facilement la torsion concave du bassin ; celle-ci est synonyme de décoaptation apophysaire convexe. La flexion du bras convexe devient dès lors inefficace. On réduira, selon la souplesse du sujet, la grandeur du pas de genou convexe.

Le dos du chat

- La position initiale : «à quatre pattes», les bras fléchis en position rectangulaire, les doigts dirigés vers l'avant – fig. 69 a –.
Avancer légèrement les deux mains. Avancer un genou. Extension des bras en cyphosant au maximum le rachis de la tête aux lombes. Plonger, frôler de la tête le genou avancé, ce qui accentue la cyphose totale. Prolonger le mouvement par une avancée du tronc le plus loin possible, ce qui relordose le rachis de haut en bas et d'autant plus bas que l'avancée du tronc est prolongée – fig. 69 b, c –.
- La position assure la convergence d'appui bilatéral des apophyses articulaires, mais sans correction préalable du degré de symétrie de l'habitation apophysaire.
- Le pas du genou, l'extension des bras et le plonger additionnent un étirement subsymétrique assouplissant du système postérieur et la déshabitation symétrique des appuis apophysaires. L'avancée du tronc détermine, étage par étage, la prise d'appui bipodale et l'activité de pince-ouvrante d'extension lordosante.
- Si l'on veut éviter l'écrasement de l'espace discal concave, il faut assurer toutes les composantes de cyphose en inclinaison convexe pour reporter les contraintes d'appui sur la masse nucléaire convexe – migration nucléaire concave souhaitée –.
- La pratique montre qu'une rotation concave automatique, donc bénéfique, du rachis survient au début de l'avancée lordosante du tronc. Cette rotation correctrice s'inverse en rotation convexe, contre-indiquée en fin d'avancée du tronc. Pour supprimer cet aspect nettement négatif, il faut éduquer la prise de conscience de la rotation concave ou limiter l'ampleur du mouvement.



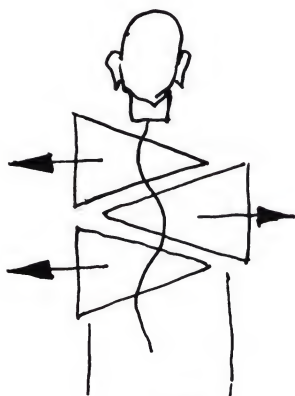
69a



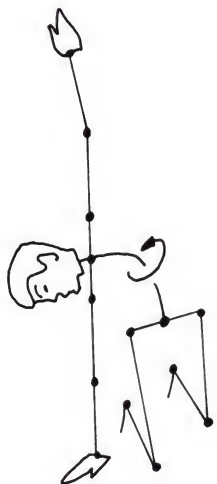
69b



69c



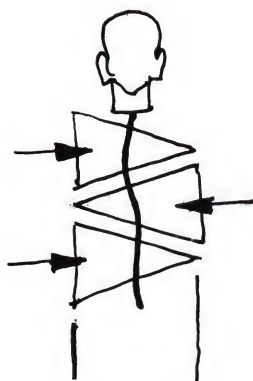
72a



70a



70b



72a'



71

La marche basse «à quatre pattes»

C'est «le dos du chat», mais le bras concave préalablement avancé. Le dégagement frontal de la concavité existe donc préalablement. L'éducation de la détorsion concave reste importante lors de la réalisation de l'avancée lordosante du tronc ; sinon, la rotation s'inverse et la décoaptation des facettes apophysaires convexes survient.

Le grand arc

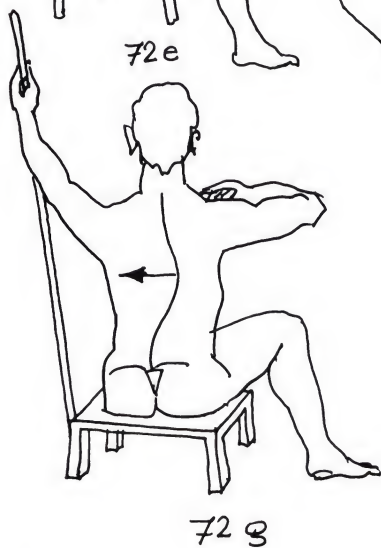
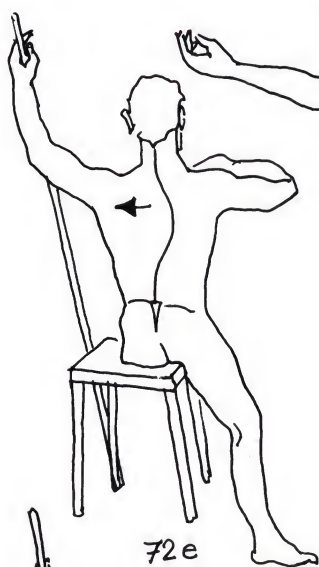
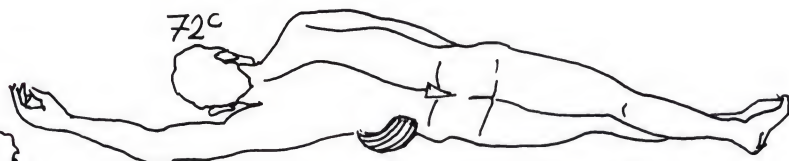
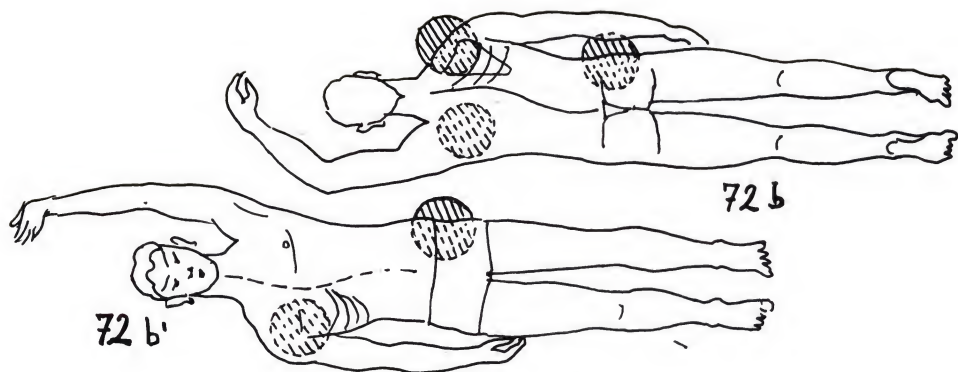
- La position initiale : la position quadrupédique. Avancer le genou convexe près de la main. Lancer le bras concave vers le haut. Redresser le tronc vers le haut, de manière à placer le rachis en arc ouvrant au maximum la concavité ; la tête regarde vers le sol. Flexion du bras convexe et redescente du bras concave au sol – fig. 70 a –. Ramener ce dernier par un glissement en demi-cercle – fig. 70 b –.
- Le lancer du bras concave détermine ici l'ouverture concave et la torsion concave. L'appui apophysaire convexe ainsi engendré est favorable à une activité unipodale convexe. La mise en arc frontal du rachis doit donc s'effectuer par une contraction brusque d'extension et d'inflexion latérale, de manière à déclencher une activité simultanée des haubans convexes et des transversaires épineux convexes. Eu égard à la composante de rotation qui s'associe au mouvement, le maintien de la position ne convient pas. Elle n'aurait pour effet que d'assurer des activités des haubans rotateurs concaves, le long dorsal et l'ilio-costal concaves.
- Quelques contractions d'accentuation de l'arc d'ouverture concave peuvent s'effectuer avant de redescendre le bras concave.
- Lors de cette redescente, la rotation convexe peut survenir promptement. Elle est contre-indiquée. L'épaule convexe doit donc rester plus basse que l'épaule concave.

Le faucheur

- La position initiale : la position quadrupédique. Bras concave le long du corps. Le genou convexe est avancé. Le bras concave est intensément lancé vers l'avant. Le membre inférieur concave est tiré vers l'arrière et en adduction – fig. 71 –. Il s'agit donc d'une scoliose à une seule courbure.
- Si le parallélisme des courbures est conservé, seule la réaxation apophysaire concave est sollicitée, ainsi qu'une musculature subsymétrique du plan postérieur.
- Si la torsion concave du rachis provient d'une rotation de la tête ou de la ceinture scapulaire, l'activité musculaire convexe des muscles du plan profond est stimulée et une meilleure activité de la pince-ouvrante unipodale convexe est assurée.
- «Le faucheur» peut s'effectuer à l'amble pour ouvrir simultanément la concavité dorsale et la concavité lombaire. C'est donc le bras concave et la jambe concave croisés qui sont lancés vers l'extension.

La détorsion haute s'effectue de haut en bas, pour réaliser la recoaptation apophysaire convexe.

- Attention que le lancer du bras concave ne tourne le rachis vers la convexité.



Généralités

La méthode de Schroth est une gymnastique orthopédique accordant la prédominance à la respiration, pour assurer l'expansion de rangement et de détorsion du rachis ainsi que le modelage thoracique correcteur.

Le vérin hydropneumatique viscéro-pulmonaire est ici utilisé d'une façon qualitative affinée. L'essentiel des exercices proposés réalise une inspiration maximale – en trois ou quatre temps par exemple – au cours de laquelle le sujet doit localiser son expansion thoracique en inspirant vers le haut et vers la concavité, tout en effectuant le rangement des segments corporels. L'expiration se produit en «vidant la gibbosité» tout en poursuivant, si non l'inspiration concave, du moins en faisant tout comme, c'est-à-dire en poursuivant l'expansion de l'hémithorax concave. Respirer, l'hémithorax concave en dehors, en arrière et en haut – l'hémithorax convexe en dedans, en avant et en haut. Cette expiration s'effectue «bouche ouverte» d'une façon prolongée mais explosive, avec des temps forts (trois fois haa, par exemple) ; nous y ajoutons les sons «ho - hou - hon» selon que nous souhaitons localiser l'effet en haut, à la partie moyenne ou en bas.

Pour comprendre les effets correcteurs de la respiration du type Schroth, il faut admettre l'hypercorrection rachidienne en expiration et l'expansion de l'hémithorax concave pendant l'expiration de l'hémithorax convexe.

En gymnastique classique, on redresse en inspiration et on relâche en expiration. Schroth a ressenti qu'une hypercorrection est possible quand le ballon thoracique se dégonfle. C'est l'image du ballon de football qu'on ne peut allonger en «ballon de rugby» que si on le dégonfle partiellement – fig. 51 c –. On dégonfle le ballon thoracique pour en détendre la surface contenant, libérer le contenu et le corriger.

Quant à la poursuite de l'expansion de l'hémithorax concave pendant l'expiration convexe, chose que parviennent effectivement à réaliser les sujets bien entraînés, c'est en partant de la notion d'asynchronisme ventilatoire que l'on peut en comprendre le mécanisme. La liberté d'expansion de l'hémithorax concave étant moindre que celle de l'hémithorax convexe, le gonflement alvéolaire convexe est plus intensément sollicité et par là, plus rapide. Il s'ensuit que le maintien volontaire en état d'expansion de l'hémithorax concave, maintien consécutif à la contraction musculaire, peut – au cours de l'expiration – empêcher l'expiration du poumon concave, voire poursuivre l'inspiration – fig. 51 d –.

En plus de ses techniques respiratoires personnelles, Schroth utilise :

- des techniques passives et actives de rangement – rangement des segments corporels, autograndissement du rachis, rangement par cales, ... ;
- des techniques d'assouplissement thoracique et rachidien ;
- des techniques de musculation.

Le traitement contient ainsi des techniques de correction spécifique et des techniques de correction complète ; les premières recherchent la correction élective d'une courbure – les secondes, la correction de l'ensemble du rachis.

Schroth image le rangement des segments pelvien, thoracique et scapulaire (ou cervico-scapulaire) par trois triangles se déplaçant chacun vers son sommet – fig. 72 a, a' –.

Le rangement consiste donc, après avoir corrigé le bassin selon les coordonnées sagittale, frontale, horizontale et de translation à l'aplomb de l'axe médian de la base de sustentation pédestre, à translater le tronc vers la concavité.

Dans l'esprit de l'auteur, il s'agit là d'un rangement de formes associé au type de respiration que nous avons décrite. Comme nous pensons «forces», nous rappellerons que la translation concave du thorax déporte G vers la concavité, ce qui permet d'incliner frontalement le rachis vers la convexité sans que la ligne de gravité ne tombe du côté convexe en référence à l'axe médio-sacré. La suspension frontale reste donc convexe.

Schroth utilise systématiquement les techniques d'autograndissement.

Elle les réalise en position debout, assise, en «gargouille», en assis uni-fessier, etc.

Lors des positions initiales, Schroth corrige les déviations par cales.

Cale aux épaules, avant ou arrière, cale sous gibbosités thoraciques, cale de hanches dont nous avons signalé ailleurs les limites en ce qui concerne la détorsion du bassin – décoaptation apophysaire convexe.

Schroth organise les activités thérapeutiques du scoliotique de manière à couvrir une période de plus ou moins six heures journallement.

Cela permet de créer une ambiance thérapeutique intense, qu'il est toutefois difficile de prolonger longtemps.

Si on compare les diverses efficacités des exercices de Schroth et celles proposées par le traitement kinésithérapique idéal, on s'aperçoit que nombreuses sont les efficacités tentées.

Mais les réaxations apophysaires ne sont pas envisagées et par là, la remise en symétrie totale des appuis postérieurs. La recoaptation apophysaire convexe est partiellement recouverte par l'expiration convexe, mais elle est peu intense, alors qu'elle pourrait être élective aux vertèbres sommet et accentuée par une rotation concave allant de haut en bas. L'assouplissement musculaire concave n'est pas électivement travaillé.

L'éducation de la statique globale est abordée puisque le rangement des segments corporels constitue un aspect continuellement utilisé. Le fait de reporter G sur une fesse lors des appuis uni-fessiers contient le principe du placement de G, mais cette éducation n'est pas, que nous sachions, reprise en position debout, ce qui est pourtant l'essentiel si on veut penser «force» et non uniquement «forme». Les problèmes des déviations lombaires par nette asymétrie de suspension psychoique ne sont pas abordés. Beaucoup d'abdominaux sont effectués, sous dégagement du rachis en suspension dorsale, à l'espallier notamment.

Exercices de corrections posturales passives

Il s'agit de corrections dans les trois plans de l'espace, par cales sous hanche, épaule, genoux, gibbosités – fig. 72 b, b' –.

Le placement dépend de la position initiale : debout, assis, coucher ventral, dorsal, latéral, « quatre pattes ».

Schroth propose le coucher latéral, du côté du méplat dorsal, coussin sous la gibbosité lombaire convexe – fig. 72 c –. Nous utilisons toujours le coucher latéral dorsal convexe.

Rappelons que nous n'acceptons pas la rotation concave du bassin, ni d'ailleurs la cale sous la main convexe, ou le genou concave, en position « quatre pattes » – décoaptation –.

Exercices de corrections posturales actives

Ce sont, après le rangement du bassin, les extensions axiales associées à l'inspiration et à l'expiration courte d'hypercorrection. Le rangement du corps pousse la hanche concave vers le bas et le thorax vers la concavité dorsale par translation.

Nous retrouverons ces composantes lors des exercices globaux.

Exercices d'éducation de l'extension axiale

- En décubitus dorsal : « écraser la région lombaire au sol », frotter la nuque au sol en autograndissement – faire la « balayette ».
- Se ranger en position de glisser de Klapp.
- En station assise ou debout : autograndissement en inclinant progressivement le tronc en avant, pour localiser le verrouillage vertébral, étage par étage, de bas vers le haut ; poursuivre jusqu'à la cervicale. Le verrouillage va de l'élément fixe, le bassin, vers l'élément mobile supérieur.
- Idem, mais en fixant la nuque – au sol, par la main, à l'espalier, par collier. Le verrouillage va ainsi de haut en bas, de l'élément fixe, la nuque, vers l'élément mobile inférieur.

Exercices d'éducation de la respiration

- Education de la respiration dite « diaphragmatique », l'inspiration diaphragmatique et de l'expiration par le transverse.
- Education de la respiration hémithoracique du type Schroth, localisée à l'inspiration et à l'expiration. La main du patient, placée sur le méplat, contrôle l'expansion.
- Inspiration en quatre temps et expiration saccadée.
- Marteler la poitrine des mains pendant l'expiration.

Exercices d'assouplissement

- En glisser de Klapp, le kinésithérapeute – les mains sur la gibbosité – pousse le thorax vers le bas et vers l'avant au cours de l'expiration.
- En position de glisser de Klapp, le tronc non étiré entre les deux ceintures : mouvement ondulant du rachis. Le sujet cyphose d'abord les lombes, puis réalise l'extension du segment dorsal et cervical, mouvement du rachis assez semblable à celui du «dos du chat» de Klapp, mais l'étirement musculaire est moindre.
- Debout sur le premier échelon de l'escalier, pieds joints, prise des mains à hauteur des épaules : laisser aller le corps vers l'arrière ; flexions rythmées du genou concave. L'étirement lombaire concave est ainsi réalisé.
- Décubitus dorsal – relâchement ; onduler le rachis comme pour imiter la «chenille»

Exercices de musculation

- Position agenouillée, bras en position rectangulaire, mains posées sur la table : passer la tête sous la table – extension, nuque contre appui à la partie inférieure de la table.
- Assis tailleur, cale sous l'ischion convexe, bras concave chargé en haut, bras convexe en bas, mains en appui – fig. 72 d –.
- Temps inspiratoire : expansion concave, rangement et translation concave du thorax.
- Temps expiratoire : bascule de l'épaule et du bras concaves vers la convexité, afin de muscler le méplat concave en contraction excentrique.
On se rappellera le double effet correcteur du grand dentelé : sa traction concave sur le rachis par l'intermédiaire du romboïde – sa traction vers l'arrière de la gibbosité thoracique concave antérieure.

Exercices de correction globale

L'exercice dit de la «double vis»

- Exercice de correction globale, mais plus particulièrement dorsale – scoliose en S.
- Position initiale : assis uni-fessier sur chaise, membre inférieur opposé tendu sur le côté et en arrière – fig. 72 e – ; un long bâton dans la main, côté de l'appui fessier, la main opposée à l'autre.
- Schroth propose les corrections sagittales suivantes : la rétroversion du bassin, le dégagement du thorax en avant et en haut, le dégagement de la nuque par «double menton», l'horizontalisation des épaules.
- Les corrections frontales ci-après s'ajoutent : mise du poids sur la fesse en appui, maintien arrière du membre inférieur opposé, la rotation partielle de la tête du côté de la «main-épaule».

- Au temps inspiratoire : autograndissement de bas en haut jusqu'à la nuque, avec dégagement électif de l'hémithorax concave par la respiration qui tente de s'y localiser – respiration concave, en haut et en arrière.
- Au temps expiratoire : maintien de l'autograndissement et de la correction concave par une activité statique du plan postérieur.
- Correction maximale de la convexité dorsale par l'expiration de la gibbosité vers la concavité ; expirer vers le dedans, le haut et l'arrière.
- La position initiale corrige les concavités dans le plan frontal. La rétroversion du bassin redresse le rachis lombaire, ce qui n'est pas toujours positif car la contraction d'extension y devient souvent difficile, sinon inexistante. Si l'extension postérieure du membre inférieur tourne le bassin vers la concavité, elle accentue l'inhibition musculaire par décoaptation apophysaire convexe et intensification de la coaptation concave – paradoxe de Sohier –.
- Le placement de G sur la fesse concave, en référence à la courbure dorsale, accentue l'activité musculaire convexe.
- Nous apportons à l'exercice de Schroth les modifications suivantes pour ajouter aux efficacités respiratoires des efficacités biomécaniques plus intenses.
- Pour limiter la rotation pelvienne et accentuer la correction frontale, nous réalisons l'appui uni-fessier en bord de tabouret.
- Nous conservons un certain degré de lordose lombaire pour que l'autograndissement parte du rachis inférieur et soit rigidifiant.
- Dès l'autograndissement et la respiration d'étirement réalisés, nous demandons la rotation concave du rachis, de haut en bas ; elle intensifie les appuis apophysaires convexes au cours du temps expiratoire.
- Si la symétrie d'appui postérieur n'est pas recouvrée, nous éduquons l'appui unipodal convexe d'extension-rotation.
- Le placement de la main à la nuque en résistance d'extension-rotation intensifie encore cette efficacité de rigidification et de musculation élective des transversaires épineux convexes. L'expiration en bouffées est bénéfique à ce type d'activité.
- L'efficacité de l'exercice est maximale pour le segment dorsal, grâce aux forces correctrices déclenchées – ce, même si radiologiquement, la translation concave corrige fortement la courbure lombaire.

Exercice en coucher dorsal, genoux fléchis, pieds au sol

- Exercice de correction globale – scoliose en S –.
- Position initiale : coucher dorsal, genoux fléchis, pieds en appui – fig. 72 f – ; cales de dérotation sous hanche convexe lombaire, sous gibbosité dorsale, sous épaule concave. La main dorsale est à la hanche, l'autre à l'épaule.

- Temps inspiratoire : maintien de l'autograndissement, expiration d'expansion thoracique concave et de vidange thoracique convexe – «ramasser» et «chasser», c'est-à-dire expirer en dedans et en haut – translation –, en avant et en haut – dérotation –.
- Le decubitus dorsal limite la coaptation apophysaire aux endroits d'appui ou d'accentuation des appuis par cales. La flexion des cuisses a un léger effet assouplissant du segment lombaire par son action délordosante. L'étirement produit le redressement de la courbure mais n'améliore la qualité des appuis postérieurs que dans le plan frontal. La suppression des contraintes gravitaires verticales réduit l'angulation des courbures.
- Cette position initiale rectifie donc les courbures scoliotiques, mais elle n'assure pas aux leviers vertébraux des conditions biomécaniques particulières telles que la contraction musculaire puisse engendrer des forces correctrices de dégagement concave, de rigidification et de dérotation.
- L'efficacité de l'exercice est maximum pour le segment dorsal, même si le rachis lombaire est passivement rectifié par le decubitus.

Exercice assis sur tabouret bas, genoux écartés

- Exercice de correction globale – scoliose en S –.
- Position initiale : assis sur tabouret bas, genoux écartés, la main dorsale convexe sur l'épaule convexe, la main concave en appui sur grand bâton – fig. 72 g – ; cale sous fesse convexe lombaire.
- Déplacement du poids du corps sur la fesse concave dorsale.
- Temps inspiratoire : autograndissement du rachis, translation concave dorsale, inspiration d'expansion de l'hémithorax concave, en dehors, en haut et en arrière.
- Temps expiratoire : maintien de l'état de correction, expiration en conservant l'expansion concave, en expirant la gibbosité convexe.
- Nous ajoutons toujours la rotation volontaire concave du rachis, de haut en bas, et des contractions en bouffées d'extension-rotation concave.
- La rétroversion du bassin, consécutive à la position assise sur tabouret bas, corrige l'angulation frontale de la courbure lombaire mais elle inhibe promptement les activités musculaires d'extension. On relordosera éventuellement la lombaire, si l'autograndissement ne partait pas du bas du rachis.
Le report de la ligne de gravité vers la fesse concave dorsale et la translation concave du tronc intensifient la réponse musculaire convexe.

La technique du Dr. Von Niederhöffer s'adresse particulièrement aux scolioses paralytiques et son principe est une musculation concave, la position initiale ouvrant frontalement la courbure. Le dégagement frontal tente de solliciter électivement le sommet de courbure par un placement judicieux du bras selon les principes que nous avons vus lors du lancer du bras. Ici, une activité très élective est souhaitée. Le point fixe externe, à l'épaule par exemple, est stabilisé par le kinésithérapeute – fig. 73 a –. Après une mise en tension progressive, le sujet réalise une contraction isométrique égale à la force de maintien du kinésithérapeute. Le dégagement concave est ainsi sollicité. La décontraction s'effectue lentement.

Gans – biblio – précise que le transversaire épineux concave fixerait, en un premier temps, un ou deux niveaux. La stabilité de l'épineuse permet alors aux faisceaux du court rotateur de tracter l'apophyse transverse des étages sousjacents en dérotation – fig. 73 b –.

Nous considérons cette technique comme peu efficace dans la scoliose idiopathique.

les exercices de A. Burger-Wagner

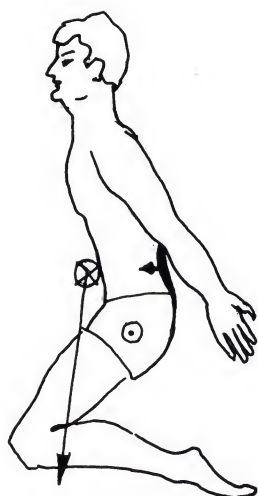
A. Burger-Wagner présente dans son livre – biblio – des techniques dérivées des travaux de Klapp. La déambulation est notamment pour l'essentiel supprimée, pour tenter – dit l'auteur – de localiser les effets. C'est, de fait, ce que nous réalisons aussi très souvent ... et que les confrères parisiens effectuent par manque de place dans leurs gymnases – qui rêvent de grands espaces ...

Analysons un exercice proposé : l'inflexion latérale convexe du rachis à partir de la position initiale «redressée lordosée» – fig. 74 –.

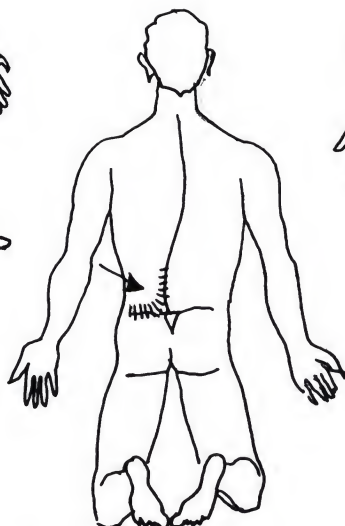
En station agenouillée, cuisses suffisamment fléchies pour que G tombe en avant de l'axe trans-coxo-fémoral et en arrière de l'appui antérieur des genoux, le sujet réalise – lombes creusées – une inclinaison latérale convexe du tronc. L'haubanage est ainsi postérieur. Les bras sont tendus, légèrement écartés du corps ou en position rectangulaire – fig. 74 a b c – «en chandelier».

L'inclinaison latérale convexe du rachis se localise, dans ces conditions, à la lombaire ; elle y détermine la rotation automatique concave des étages lombaires, rotation dont l'effet maximum se localise au niveau de la lordose maximum. En cas de scoliose lombaire, la gibbosité lombaire s'atténue et le creux concave se comble.

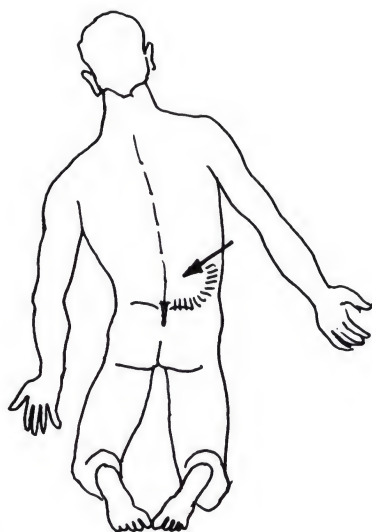
Le verrouillage d'appui postérieur survient ici de bas en haut, puisque le bassin est l'élément fixe – L3 ou L2 ou L1 est le niveau de correction maximum, selon que la position de «redressé lordosé» incline peu (L3) ou plus le tronc vers l'avant (L1).



74a



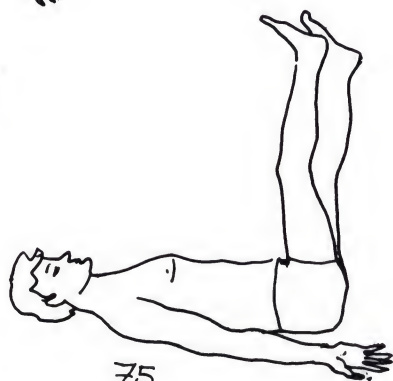
74b



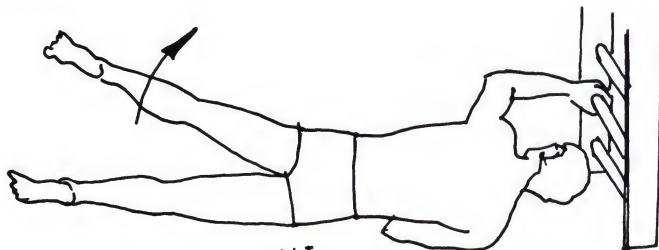
74c



76a



75



76b

Comment expliquer la rotation automatique survenant lors de l'inclinaison convexe du rachis lombaire en position préalable de lordose ?

L'extension lordosante terminale assure la convergence bilatérale ; celle-ci corrige partiellement la symétrie d'habitation apophysaire, puisque la convergence terminale est plus rapidement atteinte du côté concave que du côté convexe.

Quand l'inclinaison latérale convexe propose un deuxième degré de convergence convexe, l'articulation vertébrale convexe devient le pivot d'appui unipodal autour duquel la vertèbre tourne controlatéralement. Cette rotation s'effectue dans le sens correcteur.

La compression nucléaire convexe repoussant la masse intradiscale vers la concavité constitue un autre facteur de dérotation.

On remarquera que le carré des lombes opposé à l'inclinaison latérale travaille intensément. Il est rotateur de son côté.

On notera que l'inflexion latérale du rachis en cyphose détermine le plus généralement – quand on laisse le sujet libre – la rotation automatique de la vertèbre du côté de l'inflexion. Les transversaires épineux situés du côté opposé à l'inflexion sont étirés par la cyphose et par l'ouverture frontale. Rotateurs controlatéraux, ils sollicitent la vertèbre en rotation controlatérale.

La rotation automatique est donc de sens inverse selon que l'inflexion latérale s'effectue en cyphose ou en lordose.

A. Burger-Wagner a également visualisé, par radiographie, les effets correcteurs des positions cyphosées de Klapp, positions déterminant la mise en tension du plan postérieur. Nous envisagerons ces effets correcteurs en essayant d'aborder les mystères du Mézierisme.

les exercices de G. Péninou et J.-C. Salzard

G. Péninou et J.-C. Salzard ont eu l'idée d'utiliser les principes de Niederhöffer pour corriger le rachis lombaire par l'intermédiaire de la contraction psoïque unilatérale, le point trochantinien d'insertion étant donc fixe.

Les contractions s'effectuent la hanche fléchie à 90°. La contraction unilatérale d'un psoas corrige frontalement le segment lombaire.

Les auteurs ont contrôlé les effets engendrés sous amplification de brillance. Ils constatent – biblio – qu'en cas de scoliose non enraidie, l'activité du psoas concave ramène frontalement la déviation lombaire. L'effet optimum se localise en regard des étages L2 et L3, l'effet minimum en D11 - D12 (cliché p. 60).

La rotation du rachis lombaire, controlatéralement au psoas actif, est légère à inexistante. Au chapitre de biomécanique, nous avons analysé pourquoi le psoas était peu ou prou rotateur des vertèbres lombaires.

Sous une optique tout autre, ceci nous amène à comprendre l'efficacité de la rééquilibration de la puissance des psoas chez les sujets de type statique électivement suspendus par un psoas prédominant. Ainsi, non seulement l'équilibration de la force des psoas rend symétriques les tensions fonctionnelles d'haubanage antérieur et supprime les forces déviatoires, mais la musculation du psoas concave le plus faible corrige la déviation lombaire au cours du traitement.

Les auteurs pratiquent cette musculation en coucher dorsal, hanche fléchie à 90°, l'abdomen étant fixé. La résistance est placée au genou. Ce sont là les conditions du test de recherche de puissance comparée des psoas. Dans cette position, le petit trochanter est avancé. La composante de rotation du muscle est maximale. La position est donc la meilleure.

les exercices de Mézières

Pour Mézières – biblio –, «il n'y a que des lordoses».

Pour elle, la lordose est responsable de la cyphose, responsable même de la scoliose. L'origine de la lordose : «Le raccourcissement des muscles spinaux, des trapèzes, des rotateurs internes des membres. Le rachis est raccourci en arrière et allongé en avant. Les articulations n'y sont pour rien».

Il faut dès lors considérer que le traitement doit consister en l'étirement des muscles postérieurs lordosants et des muscles rotateurs internes. C'est la base de la méthode Mézières.

- On assouplit les faisceaux supérieurs des trapèzes et les rotateurs internes des bras – et non les articulations des vertèbres dorsales.
- On allonge les spinaux sur toute leur étendue. Il ne faut pas les tonifier et les raccourcir par des «flexions arrière».
- On ne cherche pas à les allonger exclusivement au niveau du segment qui, dans l'attitude debout, est lordotique.

Ainsi parle Mézières.

En pratique : c'est le maintien postural prolongé, généralement en décubitus dorsal.

- La correction du dos s'obtient pour le plan sagittal par celle de la ceinture scapulaire – rotation externe des bras en adduction –.
- La lordose lombaire est corrigée par la postéro-bascule du bassin.
- La lordose cervicale est corrigée par le recul du menton.

L'élongation du plan postérieur ainsi obtenue doit être globale et non segmentaire car la mise en étirement localisé au dos accentue la lordose lombaire ; l'inversion élective des lombes par flexion des membres inférieurs lordose le cou, qu'il faut corriger.»

Il faut donc que les muscles subissent la traction à leurs extrémités.

Pour la scoliose : «Si la flexion du tronc corrige une "attitude" scoliotique, c'est parce que ce mouvement étire les muscles postérieurs, trop courts mais encore relativement souples».

Ce sont ces mêmes muscles qui lordosent, inclinent latéralement le rachis et tournent les vertèbres sur elles-mêmes. «Lorsqu'ils sont très rétractés, ils compensent l'étiement longitudinal par la rotation.»

Que penser de tout ceci en articulation avec les apports biomécaniques et pathomécaniques du premier chapitre de ce livre ?

N'y a-t-il que des lordoses ?

Une charge abdominale lourde, une lordose lombaire structurale, la statique en suspension antérieure engendrent la réponse d'équilibration par renversement postérieur du tronc et, par conséquence, une lordose dorso-lombaire – fig. 27 b, p. 38 –. La déformation d'équilibration sagittale – qui peut se fixer – consiste donc bien en une lordose.

Mais la cyphose dorsale accentuée reporte également le haut du corps vers l'arrière et l'équilibration se fait par projection antérieure de l'abdomen et de la tête.

Les déformations sagittales sont donc bien des lordoses, dorso-lombaire et cervicale, mais la déformation primitive est la cyphose dorsale.

Au niveau de l'étage vertébral, nous avons vu que la désaxation en convergence peut survenir : par manque d'expansion discale, par suite d'une composante de cisaillement intense, par insuffisance de coaptation apophysaire, par rétraction des tissus postérieurs du rachis. La désaxation en convergence est bien une lordose puisque la longueur du rachis postérieur diminue. Dans la scoliose, la désaxation étant unilatérale, la lordose est donc unilatérale concave.

Que ces lordoses rétractent les tissus postérieurs par leur maintien en position courte, cela est indiscutable, particulièrement dans la concavité lorsqu'il y a scoliose.

Dire qu'il n'y a que des lordoses et en faire l'essentiel d'une méthode comme le fait Mézières nous paraît incomplet tout comme oublier que le phénomène existe et qu'il faut en contrer précocement ce cycle pathologique en étirant les muscles mais aussi en réaxant préalablement.

On notera que Klapp envisage le problème lorsqu'il propose ses exercices en cyphose. On se souviendra que les gymnastes suédois y ont pensé depuis belle lurette puisque toute extension dorsale doit être précédée ou suivie d'un assouplissement des érecteurs rachidiens par grandes flexions du tronc insistées. L'inertie du tronc s'utilise ici pour étirer.

Mézières atteint à l'allongement de cette musculature par sa technique posturale en coucher dorsal, membres inférieurs tendus et verticalisés, position très longtemps maintenue – souvent plus de soixante minutes –, membres supérieurs en rotation externe – fig. 75 –.

Le but est d'atteindre au fluage des masses musculaires, c'est-à-dire au dépassement progressif de la limite d'élasticité des tissus, problèmes qu'avaient déjà eu à étudier Levergneux et De Sèze lors de leurs tractions vertébrales dépassant les normes physiologiques, problèmes qu'ils avaient résolu par des tractions en paliers.

La position qu'adopte Mézières assure un allongement symétrique des muscles du plan postérieur.

Comme le long dorsal et l'ilio-costal sont rotateurs isolatéraux tandis que le transversaire épineux est rotateur controlatéral, nous associons, dans les scolioses, la rotation concave à la flexion.

L'étirement des tissus postérieurs par la flexion engendre de fortes contraintes d'écrasement au niveau des disques.

Si la flexion s'effectue en symétrie, le disque et le corps vertébral sont écrasés symétriquement. Comme la puissance d'expansion du disque est moindre dans la concavité que dans la convexité, l'écrasement discal concave est dès lors proportionnellement plus accentué que l'écrasement convexe, ce qui est néfaste.

On a donc avantage à incliner le rachis vers la convexité au cours des sollicitations d'étirement par flexion, ceci afin de reporter les contraintes de tassement sur la partie convexe de la masse nucléaire.

Le maintien de la flexion assure-t-elle la réaxation apophysaire ?

Nous ne le croyons pas. La déshabitation apophysaire dépend certes de la qualité de l'appui discal, c'est-à-dire de la pression osmotique intra-discale.

En physiologie normale, le disque empêche la désaxation. Mais dans les scolioses la désaxation en convergence se localisant aux facettes apophysaires concaves, ce ne peut être la masse nucléaire concave réduite qui la corrige.

quelques exercices de Böhler

Malgré l'existence de la composante de tassement, Böhler oriente la rééducation des fractures du rachis vers le port de charges lourdes – 15,25 kg – sur la tête. Cela sous-entend que le levier vertébral répond à la charge en dégageant l'empilement antérieur par des activités de «pince-ouvrante» déclenchées par la mise en contraction des érecteurs du rachis.

Ces exercices ne sont pas spécifiques aux scolioses puisqu'ils ne conviennent que lorsque la symétrie des appuis apophysaires peut être recouvrée. L'utilisation par Böhler, il y a cinquante ans, du principe de la pince-ouvrante méritait d'être rappelée.

R. Perrin – biblio – n'aborde pas le problème des scolioses dans son livre consacré à la rééducation vertébrale. Nous croyons toutefois son travail important car il y insiste sur l'action des muscles du plan profond pour l'érection rachidienne.

«Toute rééducation vertébrale doit, dit-il, commencer par le travail systématique du plan profond».

Pour le démontrer, il charge 15 kgr – sac de sable – sur la tête d'un sujet, ce pour l'expérimentation – alors que Böhrer le fait au stade du traitement –. Il constate «l'action répulsive et verticale de la colonne vertébrale répondant à la charge, action qui se traduit par un grandissement, une sorte de verticalisation ; aussi un relâchement de la musculature antérieure et de la musculature postérieure superficielle». Une inconcordance existe ici vis-à-vis des enregistrements électromyographiques montrant la prédominance du long dorsal dans l'équilibration générale du bât rachidien.

L'auteur étudie l'action des muscles du plan profond – intertransversaires, transversaires épineux et inter épineux – pour déduire leur rôle dans l'érection rachidienne et, particulièrement, l'action de coaptateur des facettes apophysaires. Sa conclusion à ce sujet : «L'augmentation de la pression articulaire, sans libérer celle subie par le disque, la soulage par une juste répartition».

Réfutant la nécessité de «serrer les fesses, rentrer le ventre ...» pour assurer la correction rachidienne, il écrit : «le rachis possède sa capacité propre d'auto-redressement par un système musculo-articulaire spécifique. Il en découle que la rééducation de toute colonne vertébrale, sans distinction pathologique ou morphologique, doit restituer progressivement cette fonction fondamentale, au même titre qu'un pied aux multiples articulations doit posséder ses appuis».

Sans nier le rôle des abdominaux, l'auteur ne croit pas qu'ils décident de la morphologie lombaire. Il en donne comme preuve la lordose marquée de sujets musclés comme les danseurs. C'est bien notre avis.

Les exercices proposés rééduquent la fonction posturale debout – par exemple, debout devant miroir, la main du kinésithérapeute en appui sur la tête du sujet, poussées verticales –. Aussi la fonction dynamique antérieure qui est la réponse de l'érection du rachis, analytiquement, segment par segment. Celle-ci se rééduque à l'espallier, le tronc en inclinaison antérieure par la prise des mains à hauteurs diverses selon les niveaux à travailler.

La poussée ascendante du rachis en auto-allongement, contre résistances diverses, aux différents degrés d'inclinaison du tronc, est l'idée essentielle de cette rééducation réalisée avec des caractéristiques pratiques précises quant au temps (5 secondes), quant à l'angulation (10°) et au nombre de mouvements (10, 15).

Nous ne détaillerons pas les aspects pratiques puisque ces exercices ne sont pas spécifiques aux scolioses.

Le livre de L. Charrière et R. Roy constitue un important document technique, pédagogique et méthodologique – biblio –. Il ne s'agit pas ici de vouloir le résumer. Que chacun le lise. Notre but est de passer à l'analyse les finalités et les efficacités proposées.

Leurs exercices envisagent :

- la reconstruction du schéma corporel
- la correction des courbures locales
- les exercices généraux

La reconstruction du schéma corporel

C'est la prise de conscience des défauts statiques, le rangement axial des formes en symétrie, son contrôle devant le miroir, avec charge sur la tête. Ces exercices s'effectuent dans la diversité des positions initiales : station debout, sur pointes pieds, en positions couchées, assises, ...

Ces auteurs utilisent les techniques «d'inventaire», d'éducation analytique, de placement des segments corporels, techniques qui répertorient et font sentir : «mon pied droit est dans telle position, mon mollet droit est en contact ...». Ce type d'exercice permet d'automatiser le schéma corporel correct mais il s'oppose à nous par le fait qu'il ne fait pas sentir les tensions d'haubanage, les localisations de G.

Inversée par rapport aux habitudes déviatoires du sujet, la station hanchée inversée est utilisée. Elle déclenche hélas souvent la statique en suspension antérieure. Après éducation de la suspension postérieure, cette technique convient pourtant.

La correction des courbures locales

La correction des courbures locales s'effectue pour ces auteurs au cours d'exercices assouplissants et d'exercices musclants.

La correction de chaque courbure et l'autograndissement en est le principe de base.

La correction par les exercices assouplissants

Les auteurs localisent et limitent les effets correcteurs aux quatre ou six vertèbres de la déviation primitive, ce en décharge et en légère lordose afin de libérer le rachis, l'assouplissement étant recherché dans les deux plans de la déformation, à savoir l'inclinaison latérale et la rotation.

Pour l'assouplissement sagittal, la prudence est de règle car il favorise le dos plat, voire le dos creux. Ceci est bien exact.

Ces exercices assouplissants sont pratiqués sur des expirations relâchées afin de favoriser la détente musculaire et ligamentaire de l'ensemble du rachis.

Quelques exercices

- Décubitus ventral, correction éventuelle par cales ; translation du bassin vers la concavité lombaire et dérotation lombaire passive effectuée manuellement par le kinésithérapeute, ou dérotation dorsale passive avec contre-prise à l'épaule concave – fig. 76 a –.
On notera que la dérotation lombaire décoapte, heureusement sans charge, les appuis apophysaires convexes.
- En assis califourchon sur banc ; mobilisation passive de la courbure scoliotique dorsale par la main du patient sur la gibbosité, l'autre main assure un contre appui sous l'aisselle concave.
On notera que, sur le plan biomécanique, la dérotation de haut en bas doit préalablement être réalisée pour coapter les appuis apophysaires convexes si l'on veut que l'efficacité de l'appui thoracique soit maximale.
- Décubitus ventral, étirements pratiqués après la correction de rangement.
 - bras dans le prolongement du tronc ; glissements alternatifs ou simultanés des mains au sol.
 - bras en chandelier ; étirement axial partant de la tête, c-à-d allonger le cou pour grandir la colonne.
 - bras en chandelier ; étirements alternatifs ou simultanés des membres inférieurs.

L'assouplissement est donc considéré par ces auteurs comme un ensemble de conditions susceptibles d'assurer la correction de la déviation, non comme des techniques assurant analytiquement la réaxation apophysaire, l'étirement musculaire ou capsulo-ligamentaire ..., ce comme l'étude pathomécanique nous invite à le faire.

La correction par les exercices musclants

Il s'agit pour ces auteurs de renforcer la musculature paravertébrale et les abdominaux mais ils tiennent compte de ce que toute déviation, même légère, perturbe la symétrie des insertions et par là des actions musculaires.

La musculation est dès lors pratiquée à partir de positions de départ corrigées et en étirement axial permanent, les corrections étant aussi de dérotation et d'inflexion latérale.

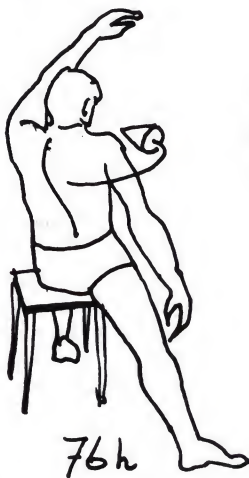
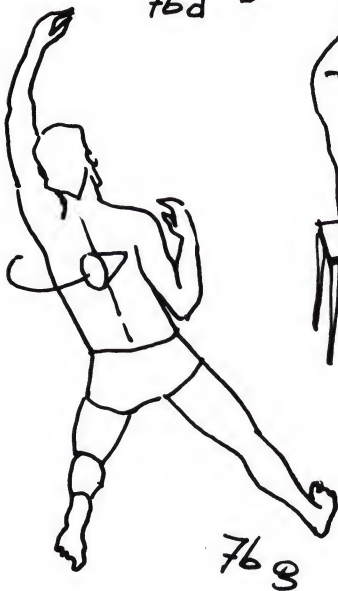
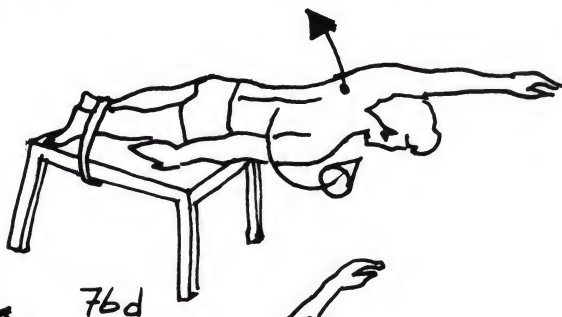
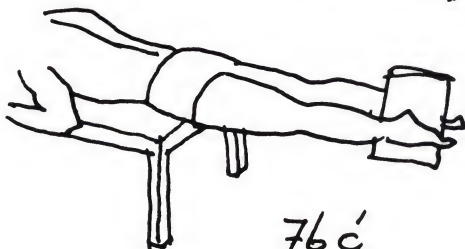
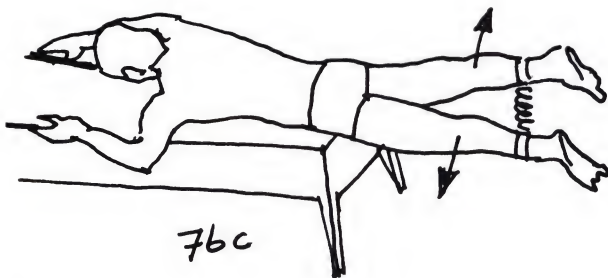
La stricte localisation des effets de l'exercice, par blocage des zones avoisinantes et la limitation de l'ampleur du mouvement pour ne pas déborder restent ici la règle.

Dans les scolioses graves, la mécanique musculaire est à ce point modifiée que le jeu correcteur musculaire reste faussé.

On notera que la dérotation ramène l'appui apophysaire convexe et que l'activité unipodale convexe est dès lors possible si l'extension et la dérotation sont électivement commandées. Les auteurs semblent oublier cette efficacité alors qu'ils l'utilisent.

Les exercices proposés sont symétriques ou asymétriques

Pour les exercices symétriques, les muscles concaves étant, disent les auteurs, moins forts que leurs homologues convexes, les positions de départ corrigées font travailler les masses en symétrie, ce qui bénéficie plus aux muscles concaves plus faibles. Ils tendent ainsi à rattraper leur retard tonique.



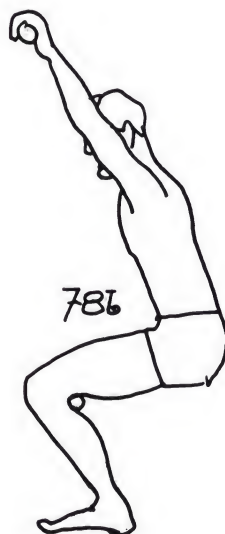
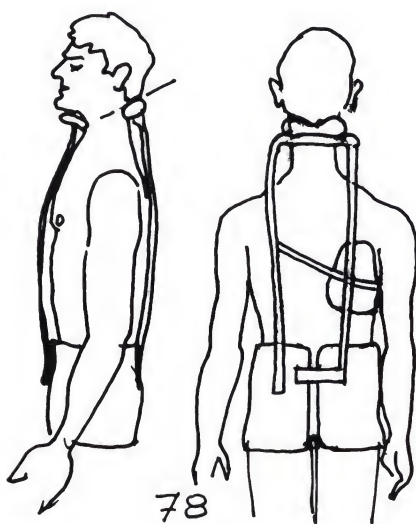
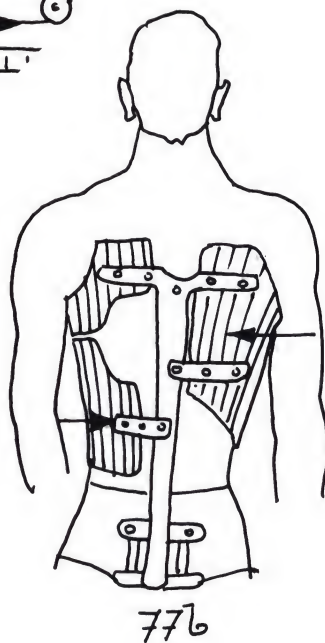
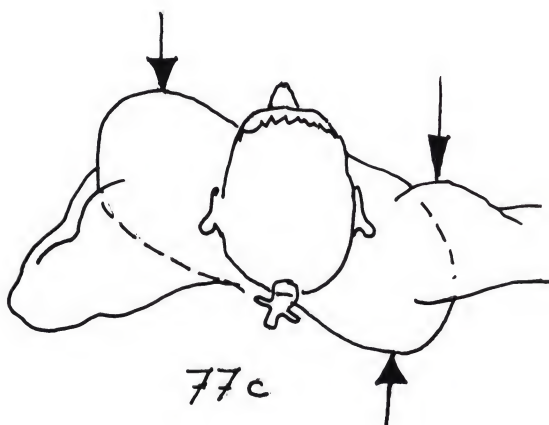
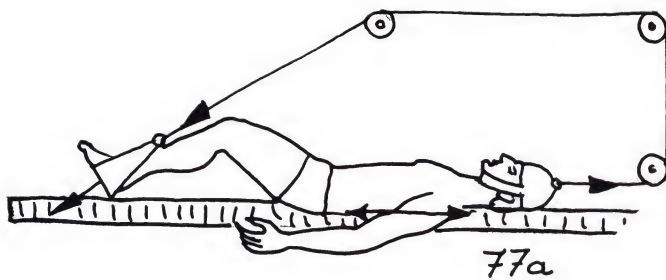
Pour les exercices asymétriques, les auteurs précisent : « ... réalisés au départ de position déjà corrigées au maximum, ils sembleraient apporter une correction supplémentaire. Toujours faits dans le sens correcteur, ils tendraient à la fois à allonger et à fortifier les muscles concaves tout en mettant plus ou moins au repos leurs homologues convexes ».

« Mais des réserves sont à faire, dans la position redressée, les muscles de la convexité sont plus vite en action et davantage sollicités, du fait de leur condition de travail par rapport à la pesanteur ; dans les positions abaissées (quadrupédie, ventral, ...) il peut en être de même si, par la suite de la rotation, ce sont encore les muscles de la convexité qui sont les premiers et davantage en action.

« A première vue séduisants, disent Charrière et Roy, les exercices asymétriques sont donc en réalité d'exécution difficile par la suite des conditions préalables qu'ils exigent – mise en correction du tronc dans tous les plans et localisation très délicate aux groupes à solliciter ».

Ceci ne correspond pas totalement à notre point de vue puisque nous souhaitons muscler – notamment – électivement les transversaires épineux convexes par des activités unipodales convexes en bouffées et muscler les haubans concaves en élévation.

- En coucher ventral, toutes corrections réalisées : sur un léger décollement maintenu de la face antéro-supérieure du thorax, faire un soulever-extension du bras concave en avant et amener le bras convexe relâché en arrière, avec inclinaison tête, cou et ceinture scapulaire, associée à la légère rotation. Nous ajouterions une dérotation concave maximale de haut en bas.
- En coucher latéral convexe, main concave accrochée à l'espalier ; élévation ample du seul membre inférieur – fig. 76 b –. L'effet musculaire est concave.
- En coucher ventral sur table, membres inférieurs dans le vide :
 - a) écarter les membres inférieurs contre résistance élastique – fig. 76 c –.
 - b) soulever charge entre chevilles.Musculation des stabilisateurs du bassin – ABD, ADD –.
- En coucher ventral sur table, tronc en porte-à-faux, après toutes corrections posturales ; extension du tronc avec diverses positions des membres supérieurs – fig. 76 d –. Nous insistons la dérotation concave.
- A genoux-assis, tronc incliné à 45°, mains au sol, toutes corrections faites ;
 - a) mains aux épaules avec haltères – fig. 76 e –.
 - b) maintenir quelques secondes
 - c) mouvements de correction thoraco-dorsale et mouvements de membres supérieurs.
- Fentes en position debout ou agenouillée – fig. 76 f, g – ou sur tabouret – fig. 76 h –, fentes avant ou latérales.
- Sous plâtre, debout, fente avant tendue, le membre inférieur correspondant à la concavité lombaire en arrière, pieds à plat au sol – fig. 76 i –.
 - a) flexion du membre inférieur avant, tronc en extension axiale dans le prolongement du membre inférieur arrière ;
 - b) en maintenant la fente avant fléchie : extension en avant du membre supérieur correspondant à la concavité dorsale, l'autre maintenu le long du corps sans contraction systématique, la ceinture scapulaire participant à l'inclinaison légère



c) même exercice avec extension symétrique des deux membres supérieurs en légère inclinaison, rotation, expansion de l'hémithorax concave sur une inspiration.

Nous coaptons toujours par dérotation concave et travaillons en bouffées.

Les exercices généraux

Il s'agit d'exercices d'équilibre, de contrôle postural, de respiration, de relaxation – Gerda Alexander –, de musculation du train inférieur.

Les activités proposées sont ici «classiques».

Les techniques orthopédiques

En période évolutive, jusqu'à maturité osseuse donc, les scolioses de plus de 30° bénéficient généralement d'un traitement orthopédique comprenant trois grands types de techniques :

- les tractions
- les plâtres
- les corsets

Le but est de réduire les déformations jusqu'à une correction au moins égale à celle obtenue en début de traitement par la suspension cervicale.

Le redressement réalisé diminue le moment frontal de G et améliore dès lors les conditions de la croissance vertébrale concave.

les tractions

Les tractions s'effectuent le plus généralement au lit soit par tête et tractions par charges de 4 à 6 kgr, soit par auto-élongation en poussant les membres inférieurs vers l'extension – des étriers-élingue-poulie (fig. 77 a) transmettent alors les forces de dégagement – ; soit par tractions par ceinture de hanche.

Cotrel a imaginé un petit appareillage permettant d'assurer des tractions de nuit. Il additionne la traction par charge – progressivement de 2 à 5 kgr –, et l'auto-élongation par extension des pieds. Le sujet compte trois temps de mise en tension, trois temps de maintien, quatre temps de repos. L'auto-élongation est ensuite reprise. Au matin, le sujet effectue quelques auto-élongations avant de se lever, aussi quelques marches sur la pointe des pieds, une charge de 2 à 3 kgr sur la tête.

Les corrections obtenues par les tractions sont dans tous les cas à maintenir par appareillage ou chirurgie, selon le but initial.

Pour l'essentiel trois types de plâtres : le plâtre d'élongation de Stagnara, le plâtre d'Abbott, le plâtre E.D.F. de Cotrel.

Le plâtre d'élongation de Stagnara est dérivé du corset de correction de Donaldson et Engh.

Il consiste en une ceinture de hanche plâtrée en pince-taille et en une ceinture plâtrée thoracique haute prenant le cou et l'occiput. Deux tringues filtées incluses dans chaque plâtre servent à écarter les ceintures et donc à allonger progressivement le rachis.

Les activités gymniques de correction et de ventilation sont associées. Cette technique permet d'atteindre au redressement maximum en cinq ou six semaines. Le sujet n'est pas tenu de rester au lit. Dès le gain maximum atteint, les deux demi-plâtres sont solidarisés par des bandes plâtrées. La gibbosité est modelée à cette occasion.

Le plâtre d'Abbott synthétise trois composantes correctrices : la cyphose, l'inclinaison latérale convexe et la rotation concave.

Sur le plan biomécanique, cela correspond à une déshabitation apophysaire bilatérale de cyphose, une accentuation de la déshabitation apophysaire concave par l'inclinaison latérale convexe et une recoaptation apophysaire convexe. Ces trois aspects sont positifs.

Le plâtre E.D.F. – correction par Elongation, Dérotation, Flexion – latérale.

Il prend appui en pince-taille aux crêtes iliaques, au sternum, à la partie antérieure ou inférieure des aisselles, à la gibbosité dorsale. Une traction continue d'une quinzaine de jours précède sa confection.

Son ceintrage en pince-taille assure l'appui inférieur, l'inclinaison antérieure assure l'haubanage postérieur, l'appui à la gibbosité – par feutres – corrige la rotation scolio-tique et recoapte les appuis apophysaires. L'appui sternal redresse le tronc. L'appui à la gibbosité antérieure modèle le thorax. L'appui convexe antérieur assure le contre-appui à la poussée gibbositaire. L'appui latéral concave, à l'épaule, corrige le haut de la courbure dorsale si une contre-courbure cervicale n'existe pas. La fenêtre antérieure libère la respiration et l'estomac.

Les corsets viennent après que les plâtres aient préalablement réduit au maximum les déformations. Trois plâtres successifs, portés chacun environ quarante cinq jours, sont généralement considérés comme un minimum.

Deux grands types de corsets existent. Ils correspondent à deux grands principes biomécaniques.

Les corsets d'Abbott et le corset Lyonnais trouvent leurs efficacités dans le maintien d'une réduction en extension-dérotation par une contention postéro-latérale.

Le corset de Milwaukee assure les siennes par une décharge permanente du rachis et une correction active intensément répétée.

Le corset Lyonnais

Les partisans du corset Lyonnais justifient son efficacité par les principes ci-après.

La traction axiale a une efficacité de redressement d'une courbure d'autant plus réduite que l'angulation est petite – fig. 51 e –.

Au contraire, l'application directe de la force de correction au niveau de la vertèbre neutre permet une perte minimum de force de redressement.

Le moulage du corset s'effectue donc en léger étirement. Il s'agit d'un corset de référence et non d'un corset de traction – fig. 77 b –.

Il comprend un mâât antérieur et un mâât postérieur fixés sur une ceinture de hanche stable, très pincés à la taille. Les mââts supportent des mains réglables en hauteur et en translation qui assurent des appuis. La fig. 77 b montre, pour le plan frontal, l'appui latéral dorsal convexe et le contre-appui lombaire. La figure 77 c indique, pour le plan horizontal, la direction de la poussée de la main postéro-latérale sur la gibbosité. La fig. 77 c précise les poussées sagittales sur la gibbosité thoracique antérieure et le maintien aux épaules.

Le principe des corrections est ici de réduire là où sont les gibbosités. La matière employée pour la fabrication du corset est transparente, ce qui permet de voir les zones de compression. Le contrôle radiologique d'efficacité est alors réalisé.

Le corset de Milwaukee

C'est en 1946, à Milwaukee, que W. Blount et Moë utilisent ce corset. C'est une ceinture de hanche en pince-taille munie de trois barres verticales, deux pour supporter en haut un appui occipital, une pour assurer en avant un appui mentonnier ou hyoïdien – fig. 78a –.

Classiquement, son efficacité vient de la décharge permanente du rachis et d'une correction active répétée d'origine musculaire.

Eduqué et rappelé à l'ordre par la référence qu'est le corset au niveau de sa mentonnière, le patient réalise une extension active en prenant appui à l'occiput. La tension longitudinale engendrée entre l'appui pelvien et l'appui occipital sous-tend le rachis.

Nous croyons pouvoir affirmer une autre origine à l'efficacité de ce corset. Le rachis se verrouille en extension de l'élément fixe vers l'élément mobile. Un point

fixe étant ici assuré à la nuque, l'extension en appui occipital, rigidifie dès lors les étages cervicaux et dorsaux supérieurs et moyens électivement, ce qui ne survient pas lorsque la rigidification rachidienne s'effectue de bas en haut, bassin fixé.

A la correction de la forme s'ajoute ainsi un facteur biomécanique : le verrouillage et la rigidification des étages vertébraux en perte d'appui convexe.

Une résistance occipitale plus marquée du côté convexe, s'il n'y a pas de courbure de compensation cervicale, permet d'intensifier les appuis apophysaires convexes par dérotation concave.

La confection du corset de Milwaukee : quatre stades de réalisation existent pour la prise de moulage par plâtre, la confection du positif, la correction éventuelle du positif, la création du corset en matériaux ad hoc.

D'après Blount, il faut absolument corriger la lordose lombaire et, certes, assurer un appui occipital correct. La réduction de la lordose lombaire reporte la ligne de gravité vers l'avant.

Est-ce la raison ?

Grégerson et Lucas ont montré que l'ampleur de la rotation lombaire se minimise par la rétroversion du rachis lombaire. Ceci pourrait aussi justifier la délordose lombaire. Nous pensons que la limitation des angulations terminales de rotation ne signifie nullement que la torsion pathologique, qui n'atteint que tardivement les tout derniers degrés, soit freinée par la rétroversion du bassin. Notre avis est qu'il faut certes corriger tout excès de lordose lombaire de renversement postérieur mais que l'antéro-bascule de l'étage fait perdre les appuis postérieurs, ce qui rend l'appui antérieur instable.

La courbure lombaire doit donc partir vers l'avant et non vers l'arrière de manière à localiser la ligne de gravité du sujet en avant de l'axe trans-coxo-fémoral mais les appuis apophysaires rigidifiants du segment lombaire doivent être conservés.

La prise de moulage s'effectue dans le cadre et dans la position de la figure 78 b. Les ailes iliaques sont moulées au plus prêt ainsi que l'abdomen. La longueur des barres allant du corset aux régions occipitale et mentonnière est mesurée à cette occasion.

Les barres doivent laisser le thorax libre. L'appui occipital doit être incliné de 20° et venir se coincer juste sous l'occiput. L'appui mentonnier ou hyoïdien doit constituer un élément de référence, non un réel appui.

Le sujet doit pouvoir s'en dégager de deux doigts.

Une main prenant appui sur la gibbosité postérieure peut être ajoutée, éventuellement une main lombaire en cas de courbure combinée.

Le réglage de la hauteur des barres est revu tous les deux mois environ. Les barres sont rehaussées si le sujet se dégage de 3 cm.

Le port d'un jersey sur la peau est à conseiller.

Le contrôle du maxillaire sera régulièrement réalisé par un stomatologue.

Il arrive que des algies mentonnières ou occipitales surviennent, rarement des problèmes digestifs.

Pour protéger les vêtements, il convient de recouvrir les barres de soutien. Le port d'un col roulé, assez haut, permet de résoudre certains problèmes psychologiques. Si l'appui aux hanches est douloureux, il faut contrôler si la ceinture pelvienne est stable, et la resserrer si elle glisse.

Le traitement théorique idéal

Le traitement doit couvrir la diversité des problèmes psychologiques, des problèmes physiologiques et des problèmes pathomécaniques soulevés par le rachis dévié.

Cinq grandes orientations thérapeutiques sont donc contenues dans le plan de travail :

- l'équilibration psychologique
- la valorisation physiologique
- l'amélioration des facteurs susceptibles d'influencer la qualité de l'érection globale du rachis
- la lutte contre la dysharmonie mécanique de l'étage vertébral
- la limitation des détériorations structurales

L'équilibration psychologique

C'est une adaptation du praticien à son patient et à la famille de ce dernier, dans le but d'aider l'adaptation du patient à son affection.

L'observation des réactions psychologiques du sujet et de sa famille devant son affection scoliotique doit systématiquement être poursuivie au cours des longues années que devrait durer le traitement. Il faut en effet, selon les cas, savoir insister sur la sévérité des conséquences de l'affection afin d'obtenir que le traitement soit régulièrement suivi ou, au contraire, savoir – par une information progressive et équilibrée – limiter le drame psychologique déclenché, souvent brutalement, par la découverte d'une déviation subsévère.

Dès que le corset s'avère indiqué, la manière de présenter la nécessité formelle de ce carcan inesthétique et inconfortable décide de son acceptation ou de son rejet par le patient et toute sa famille. Il s'agit pour eux de l'entrée en scène d'un drame supplémentaire puisque l'entourage social est informé. Une diplomatie de douceur infinie mais de fermeté, continuellement revue et réadaptée, peut seule conduire au but : le port du corset jusqu'à la maturité osseuse.

Accepter d'étudier les conditions d'habillement afin que le corset ne soit que peu visible, les conditions d'appui extérieur, etc. constitue une orientation d'esprit extrêmement importante pour le thérapeute, même si certains – au caractère osseux – considèrent ces aspects comme étant à la limite de sensibleries inutiles.

La déformation du thorax, par la gibbosité costale convexe postérieure et la gibbosité costale concave antérieure, perturbe la dynamique respiratoire et réduit fortement la capacité pulmonaire – restrictifs –.

Une kinésithérapie respiratoire systématique est donc à instaurer. Elle s'oriente vers le modelage thoracique, le contrôle de la toilette bronchique, la ventilation alvéolaire des zones difficilement expansées, la tonification des muscles respiratoires.

L'éducation intensive du relâchement est un autre aspect de la valorisation physiologique puisqu'il permet de réduire, quand les circonstances l'exigent, la consommation d'oxygène.

L'entraînement à l'effort, aspect qui survient ipso facto lors des exercices de correction gymnique, n'est pas à négliger chez des sujets qui, pour des raisons de capacité pulmonaire et des facteurs psychologiques, rechignent souvent à l'effort.

Les corsets ajoutent encore leur limitation à une fonction respiratoire déficiente. La partie respiratoire du traitement kinésithérapique mérite donc d'autant plus d'attention que la déviation est sévère.

Nous trouverons donc, au chapitre technique, des exercices respiratoires de divers types, associés ou non à des exercices de correction statique ou de correction vertébrale.

L'amélioration des facteurs extra-rachidiens susceptibles d'influencer la qualité de l'érection globale du rachis

Rappelons quels facteurs extra-rachidiens peuvent perturber la qualité de l'érection rachidienne ; chacun d'eux peut être primitif ou secondaire.

Ces différents facteurs se résument à des conditions d'appui, des conditions de rangement des segments corporels et des axes de référence, des conditions d'haubanage ; ce sont :

- les conditions d'appui des pieds
- la position des genoux
- l'état musculaire des membres inférieurs
- la longueur comparée des membres inférieurs
- la statique frontale – sagittale et horizontale – du bassin.
- les sacro-iliaques
- la puissance comparée des haubans antérieurs et postérieurs
- la symétrie ou l'asymétrie frontale de la puissance des haubans
- le rangement des segments corporels
- le type de statique
- la localisation sagittale et frontale de G

- le port de la tête et la statique du cou
- la qualité de la vue
- le schéma corporel intégré

Rechercher, non seulement au cours de l'examen de la statique mais par une observation systématique des statiques habituelles du sujet, quels facteurs extra-rachidiens – primaires ou secondaires – enclenchent le cycle déviatoire, est essentiel.

On s'habituerà à définir les forces engendrées par ces différents facteurs, afin de préciser quelles conditions peuvent assurer des forces d'équilibration. Il faut donc penser «forces» et non «formes».

Des exercices s'adressant électivement à chacun des différents facteurs précités existent en mélange dans les différentes méthodes analysées. En améliorant sélectivement ces facteurs, on procure au sujet les moyens d'une correction de la statique rachidienne globale. Cette statique sera alors éduquée et intégrée par la connaissance du placement de G en référence aux axes de référence.

La lutte contre la dysharmonie mécanique de l'étage vertébral

Si nous tenons compte des différents temps successifs du cycle pathomécanique de l'étage vertébral, les exercices devront assurer les différentes efficacités ci-après :

- **La remise en symétrie du double appui apophysaire du levier vertébral au stade de l'asymétrie fonctionnelle.**
- **La remise en symétrie du double appui apophysaire du levier vertébral au stade de la désaxation de convergence non fixée – donc, la réaxation apophysaire concave.**
- **La lutte précoce contre la rétraction discale, capsulo-ligamentaire et musculaire concave qui, insidieusement, fixe l'appui apophysaire concave en position basse.**
- **La lutte contre la réduction et la perte de l'appui inter-apophysaire convexe.**

Chacun de ces quatre aspects peut être travaillé séparément ou s'enchaîner au cours d'une même technique correctrice.

Au stade fonctionnel de l'asymétrie des appuis apophysaires, la désaxation apophysaire concave n'existe qu'au stade d'ébauche.

Le rangement frontal de l'empilement ramène l'équilibre et ainsi, des conditions autorisant les exercices d'extension rachidienne symétrique, synonyme de dégagement symétrique de l'empilement antérieur, discal et somatique.

Le stade suivant d'incorrection par asymétrie des appuis postérieurs provient du dérapage de désaxation en convergence des appuis apophysaires concaves.

Il est plus précoce et plus insidieux qu'on ne le croit. Il faut, dès lors, que chaque séance comporte des exercices de réaxation apophysaire concave ; ils agiront particulièrement au niveau des étages les plus imbriqués.

La réaxation s'obtient en réalisant un glisser de fin de course des facettes apophysaires concaves, non proportionnel au mouvement effectué. Cette efficacité peut être atteinte, **soit** en utilisant la force d'inertie – force qui prolonge le glisser au-delà du mouvement réalisé, mouvement lancé et mouvement pendulaire, **soit** la sollicitation tangentielle des facettes apophysaires réalisée manuellement, **soit** la traction orthopédique, c'est-à-dire la traction dépassant les normes physiologiques, **soit** l'activité de pince-ouvrante unipodale convexe, l'appui apophysaire convexe étant préalablement intensément assuré.

Quand la rétraction tissulaire concave survient, la fixation structurale de l'asymétrie du levier vertébral débute.

La dysmorphie de l'espace charnière inter-somato-apophysaire existe alors sans dysmorphie somatique. Le cycle pathomécanique n'est plus réversible. C'est dire l'importance qu'il y a à assouplir systématiquement et électivement les tissus du quart postéro-concave du rachis.

N'oublions pas que la déviation vertébrale comprend une composante d'extension unilatérale concave, position courte unilatérale justifiant cette rétraction élective. Dès ce stade, l'extension dégage asymétriquement l'empilement antérieur ; seule l'extension sur appui unipodal convexe est alors bénéfique.

Les techniques assouplissantes doivent s'adapter à la diversité des tissus en rétraction : l'annulus fibrosus concave, le manchon capsulo-ligamentaire inter-apophysaire et inter-transversaire, les muscles courts péri-vertébraux et les grands haubans de la corde de l'arc concave.

Il existe là deux grands types de tissus : les uns, du type ligamentaire ; les autres du type musculaire.

Parmi ces derniers, notons les muscles courts, dont l'étirement s'assure par des composantes totalement différentes de celles assurant l'étirement des muscles longs.

Le maintien postural est nécessaire pour assouplir les tissus capsulo-ligamentaires, tandis que les activités musculaires, en contraction complète et étirement complet – ou en contraction incomplète et étirement complet, sont bénéfiques à l'assouplissement musculaire – loi de Borelli et Weber Fick –.

C'est donc en envisageant l'assouplissement concave sous une triple optique que les exercices devront se créer : techniques posturales d'étirement des tissus capsulo-ligamentaires, techniques d'assouplissement des petits muscles érecteurs concaves, techniques d'assouplissement des haubans concaves. Au niveau dorsal, on n'oubliera certes pas la rétraction-dysmorphie thoracique que nous avons abordée lors de la revalorisation physiologique – modelage thoracique –.

La lutte contre la réduction de l'intensité de l'appui apophysaire convexe, voire tardivement contre la perte de l'appui inter-apophysaire convexe, doit commencer dès l'ébauche de la torsion pathologique. Cette composante détermine des conditions pathomécaniques extrêmement graves qui conduisent au déverrouillage de la vertèbre.

Cette observation oblige à considérer les composantes déviatoires horizontales comme plus aggravantes que les composantes déviatoires frontales ; il s'ensuit que les exercices de correction des déviations scoliotiques ne sont pas suffisamment efficaces si le parallélisme des ceintures est maintenu.

Le postulat du verrouillage de l'étage vertébral étant l'intensité du double appui postérieur, assurer et accentuer l'appui là où il se réduit constitue donc bien une des règles d'efficacité anti-déviatoire.

Nous avons défini le principe de la recoaptation convexe et de l'intensification du double appui. On n'oubliera pas le paradoxe de Sohier, faisant apparaître l'efficacité rigidifiante et correctrice des crochets apophysaires uniquement lorsque la dérotation s'effectue de haut en bas vers la concavité. Le système des crochets apophysaires est déjoué quand la rotation s'effectue de bas en haut, tout comme il l'est lorsque la poussée sagittale s'effectue d'avant en arrière et non d'arrière en avant.

Le transverse de l'abdomen et les faisceaux du transversaire épineux convexe étant les principaux coaptateurs convexes des facettes apophysaires, leur musculation élective doit être réalisée.

Les haubans convexes postérieurs étant rotateurs isolatéraux, leur action est ambiguë, en ce sens que – si ces muscles ont une composante longitudinale légèrement coaptante des facettes apophysaires – leur fonction de rotateurs isolatéraux accentue la rotation-torsion convexe pathologique du rachis scoliotique.

La limitation des détériorations structurales

Que la dysmorphie vertébrale et discale soit primitive ou acquise, l'intensification des contraintes concaves, la perte du dégagement concave physiologique par les mécanismes de pince-ouvrante et le manque d'expansion pulmonaire concave créent un cycle irréversible de détérioration – cycle auto-déviatoire exigeant de recourir à des appuis extérieurs – corsets divers – pour assurer la décharge partielle du rachis.

Le verrouillage de l'étage vertébral reste toutefois un facteur à ne pas négliger.

Le mode de vie peut également limiter l'intensité et le maintien des forces déviatoires et prolonger celles à effet correcteur.

L'aspect ventilatoire devient à ce stade très important.

L'exercice théorique idéal

L'exercice théorique idéal assurerait – s'il existait – :

- une ambiance dynamique et joyeuse
- une activité cardio-pulmonaire satisfaisante
- la réharmonisation mécanique de l'étage vertébral – réaxer l'appui concave, ramener les appuis apophysaires en symétrie, reapter les facettes apophysaires convexes pour des raisons mécaniques mais aussi arthroceptives –.
On ne peut ranger l'ensemble du rachis si l'on a préalablement rangé ses composantes, réharmonisé en début d'exercice et de traitement.
- l'assouplissement concave, unilatéral ou croisé, selon que la déviation est simple ou combinée
- la musculation des membres inférieurs
- le verrouillage de rotation concave et d'amélioration arthroceptive convexe réalisée de haut en bas
- la musculation du transversaire épineux convexe en raccourcissement, notamment en cas de décoaptation apophysaire convexe ou lors d'activités unipodales convexes si la symétrie des appuis postérieurs n'a pu être recouvrée.
- la musculation des haubans postérieurs convexes mais uniquement en cas d'hypotonie.
- la musculation concave du transversaire épineux et des haubans concaves postérieurs en élévation ; ou la musculation du psoas-iliaque concave pour rendre la symétrie de suspension psoïque.
- la musculation abdominale pour son efficacité sur le vérin hydropneumique viscéro-pulmonaire et la coaptation apophysaire.
- le rangement et l'automatisation du rangement de la base d'appui sacré et pelvienne – correction sagittale, frontale, horizontale et à l'aplomb en référence à la base de sustentation pédestre en station debout, assise.
- le rangement et l'automatisation du rangement des segments corporels : thoracique, scapulaire, cervical, céphalique, de manière à localiser G en avant de l'axe trans-coxo-fémoral et à en réduire au maximum le moment frontal en référence aux sommets de courbure et à l'axe médio-sacré – translation du tronc, inclinaison convexe, placement de G –.

Aucun exercice n'assure seul, correctement, l'ensemble de ces efficacités, mais chaque séance de kinésithérapie doit tenter de les assurer toutes. Un maximum d'efficacités sera rassemblé dans le même exercice chaque fois que faire se peut. L'énumération précitée correspond à la chronologie qu'il faut généralement suivre au cours de la séance de kinésithérapie. Réharmoniser l'étage vertébral avant de ranger l'ensemble est en effet rationnel.

Comme le sujet doit pouvoir se corriger au cours de toutes les positions fonctionnelles qu'il prend dans le courant de la journée, les positions de correction devront varier – correction en debout, assis, coucher –.

Les exercices de réharmonisation biomécanique de l'étage vertébral peuvent être considérés comme spécifiques d'une seule courbure, les exercices de rangement et d'éducation statique tendent vers la correction de l'ensemble du rachis.

Les forces correctrices utilisées en kinésithérapie

Quelles forces le kinésithérapeute a-t-il à sa disposition pour agir sur le rachis scoliotique ?

– La stimulation psychologique

Elle est à la base de l'autocorrection pendant et en dehors des séances de kinésithérapie.

– L'inertie

Non psychologique, la force d'inertie caractérise les mouvements «lancer». Elle prolonge le glissement articulaire en fin de course et lui fait dépasser l'amplitude physiologique – relaxation –. Elle allonge, en paliers successifs, la musculation lors des exercices avec insistances.

C'est le lancer du bras, de la jambe, du tronc utilisé pour dégager et réaxer les facettes apophysaires concaves, ce sont les insistances lors de la grande flexion du tronc en avant.

L'intensité de la force d'inertie est proportionnelle à la charge et à la vitesse, aussi au relâchement volontaire des antagonistes.

– La gravité

Ce facteur de déviation peut aussi redresser le rachis, le détordre, le rigidifier, servir à tonifier le muscle, à l'assouplir..., tout dépend de la localisation de G et de la position du rachis. Elle peut aussi avoir une efficacité posturale.

– La force musculaire

C'est la visco-élasticité, la fibrose, la contraction d'haubanage à effets globaux, la contraction élective des faisceaux musculaires faisant fonctionner la pince-ouvrante en bipodal symétrique pour le dégagement symétrique, en bipodal asymétrique à efficacité maximale concave, en unipodal convexe pour le dégagement concave électif.

– Le vérin hydro-pneumique viscéro-pulmonaire

Il constitue un facteur de soutien du rachis, mais aussi de rigidification par l'accroissement de la coaptation apophysaire du rachis dorso-lombaire assurée par le transverse de l'abdomen et les obliques.

– Les appuis extérieurs

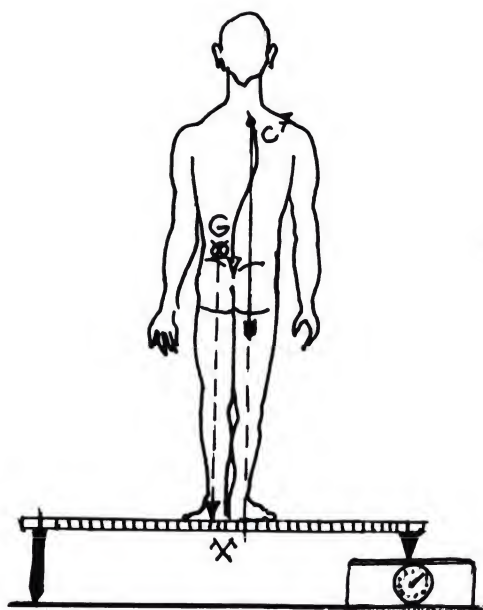
L'appui des mains, à la nuque, au bassin, au thorax assure des poussées correctrices de translation latérale, d'inflexion convexe, de détorsion... Il en est de même des cales, plâtres, des corsets.

– Les tractions

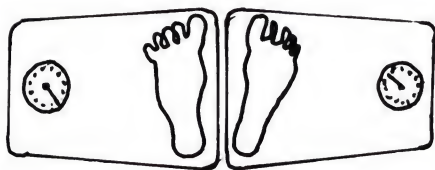
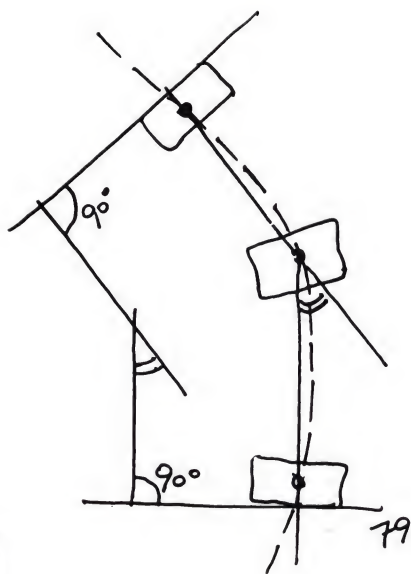
C'est la traction longitudinale globale du rachis, par la tête, le bassin, les membres concaves ; c'est la traction de détorsion vers la concavité par le membre supérieur convexe, la bande plâtrée horizontale lors de la confection du plâtre E.D.F.

– Les forces engendrées par les techniques manuelles

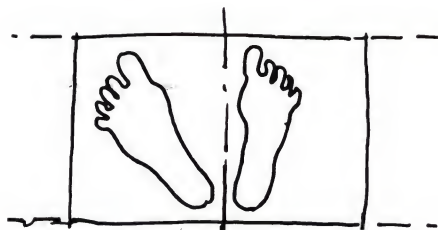
Ce sont les sollicitations manuelles du kinésithérapeute : action tangentielle de relaxation apophysaire et modelage gibbositaire de détorsion.



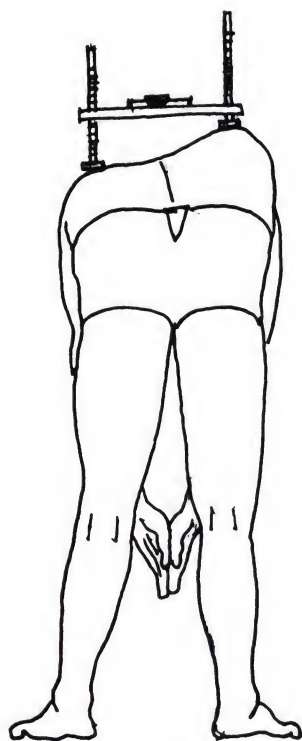
80a



80c



80b



80d

L'examen – Le dossier

La prescription médicale

Si elle précise «dix séances de rééducation afin d'apprendre au sujet à réaliser les exercices chez lui», autant ne rien entreprendre, cela ne sert strictement à rien. Nous connaissons, au contraire, des cas pour lesquels une telle conception fut catastrophique. Un traitement prolongé doit être assuré.

L'âge - le sexe - l'âge du début de la déviation

Nous connaissons le degré de gravité selon l'âge du sujet et les périodes de croissance qu'il doit encore traverser.

L'âge de début est rarement celui de l'affection, mais plutôt la date de la découverte de celle-ci.

L'information radiologique

- La radiographie en position debout objective la longueur comparée des membres inférieurs, la statique frontale et sagittale du bassin, la sévérité des courbures – déviation frontale, sagittale et horizontale (rotation) –, le degré de dysmorphie des vertèbres.
- Les radiographies sous traction indiquent le degré de raideur et les angulations récupérables.
- La courbure primitive correspond généralement au sens de la translation latérale globale du rachis.
- L'angulation frontale de la déviation se mesure en prolongeant le plateau supérieur de la vertèbre neutre supérieure et le plateau inférieur de la vertèbre neutre inférieure – fig. 79 – (technique de Lipman - Cobb), ou en traçant l'angle unissant le centre du corps vertébral des deux vertèbres neutres et celui du corps de la vertèbre sommet – fig. 79 – (Ferguson).
Le second procédé est plus précis.
La rotation est donnée par l'ampleur de la latéralisation de l'apophyse épineuse.
- Le bâillement inter-apophysaire convexe est important à observer – cliché –.
- L'âge osseux détermine l'état de maturation du squelette. La radiographie de la main et du poignet, en comparaison à celle de l'atlas de Grenlich et Pyle, permet de fixer l'âge osseux.

- Le test de Risser est la concordance existant entre la jonction du noyau épiphysaire de la crête iliaque avec le sacrum et la fin de la croissance du rachis. Six degrés sont ainsi définis :
 - 0.- aucune trace de noyau complémentaire
 - 1.- apparition des noyaux en un ou deux points.
 - 2.- barrette incomplète.
 - 3.- barrette complète sans soudure à l'os iliaque.
 - 4.- début de soudure de la barrette à l'os iliaque, dans la partie postérieure.
 - 5.- soudure complète, aucune solution de continuité.

Entre l'apparition du noyau épiphysaire de la crête iliaque – à 15 ans d'âge osseux chez les filles, 16 ans chez les garçons – et la soudure au sacrum, s'étale une période de six à douze mois. C'est donc là une information précoce quant à la date de maturité osseuse.

L'examen statique

Trois photos : face – dos – profil, s'indiquent. Elles précisent la morphologie générale du sujet et donnent : le triangle de la taille, le niveau des épaules, des omoplates, la statique du bassin et des membres inférieurs.

La statique frontale :

Nous appliquons la méthode de Lovett pour préciser les caractéristiques de la statique frontale du sujet.

Nous utilisons une planche de 100 cm. de longueur sur 32 cm. de largeur – fig. 80a – ; elle prend appui à ses extrémités par deux pieds dont l'un, plus court, est à placer sur un pèse-personne. La tranche de la planche est graduée en centimètres et l'axe médian y est précisé. L'axe médian est prolongé sur la partie plane de la planche. Deux axes, obliques à 15°, y sont tracés pour donner une référence aux pieds du patient. La planche de Lovett s'utilise de la façon suivante : on place la planche en appui sur la balance et on y lit la valeur de l'appui.

Le patient, chez qui le tracé des épineuses – de l'axe médio-sacré et de c 7 a été réalisé, se place debout sur la planche, talons joints de chaque côté de l'axe médian. Au bout de dix minutes minimum, le temps nécessaire pour que le patient prenne sa statique fonctionnelle habituelle, on prend une photo (sujet de dos) et on lit le poids indiqué sur la balance.

La planche étant un levier inter-résistant :

- si p est le chiffre lu sur la balance,
- 100 est la longueur du levier de p,
- P est le poids du patient,
- X est le bras du levier de P, ce qui localise la ligne de gravité.

$$p \times 100 = P \times X$$

$$X = \frac{100 p}{P}.$$

Si l'appui de la planche à la bascule fait 2 Kg.,
 le poids du patient : 60 kg.,
 le poids lu sur la balance : 29 kg.,

on a :

$$\begin{aligned}(29 - 2) \times 100 \\ 60\end{aligned}$$

45

La distance AP – fig. – vaut donc 45 cm. Le hors-aplomb frontal de G par rapport à l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre est de : $50 - 45 = 5$ cm. Le point de chute de G est alors tracé sur la photo.

Si, sur la photo du sujet debout sur la planche de Lovett, on trace les aplombs de l'axe médio-sacré, de l'axe médian de la planche et de C7 – photo –, on peut y lire :

- le type de suspension frontale droit ou gauche
- l'aplomb ou le hors-aplomb des axes médio-sacré et sagittal médian de la base de sustentation pédestre – donc la translation du bassin
- la translation latérale de C7, donc du tronc.

Quand, au bout de quelques séances de kinésithérapie, nous avons observé comment le sujet place habituellement les pieds, nous reprenons l'examen sur la planche de Lovett en partant de cette position fonctionnelle des pieds.

Nous traçons sur une feuille de papier la position habituelle des pieds, l'un en rotation externe et l'autre, en rotation interne par exemple – fig. 80b – ; nous traçons alors l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre, quelle qu'en soit la forme. Nous en découpons la forme et la plaçons selon l'axe sagittal, sur l'axe sagittal de la planche de Lovett.

L'examen est alors refait, les pieds du patient reprenant sur le papier leur position habituelle.

Le contrôle des activités des haubans postérieurs définit le type de statique sagittale.

- L'absence d'activités postérieures indique une statique en suspension antérieure – psoas –.
- La présence d'activités des haubans postérieurs, associée à leur silence lorsque l'on déplace l'axe trans-coxo-fémoral vers l'avant, indique une statique en suspension postérieure – long dorsal, ilio-costal.

Le maintien des activités postérieures alors que l'axe trans-coxo-fémoral est bien en avant de l'axe unissant les Chopart indique la présence d'activités de stabilisation ou d'activités antalgiques et pas nécessairement une statique en suspension postérieure.

La photo prise sur la planche de Lovett, les pieds placés de manière à ce que l'axe unissant les articulations de Chopart soit au milieu de la planche, objective le type de statique sagittale puisque la localisation sagittale de la ligne de gravité est définie par le poids lu sur la balance. L'aplomb des coxo-fémorales est alors à tracer sur la photo.

Le baryscope de Toulon apporte également avec précision la localisation sagittale de G.

L'examen statique observe aussi la répartition des charges sur les pieds.

La méthode la plus simple et la plus efficace consiste à placer le patient un pied sur une balance et l'autre, soit sur une autre balance, soit sur un appui de même niveau – fig. 80 c –.

On laisse le patient se fatiguer vingt minutes et, progressivement, il prend sa statique fonctionnelle habituelle. Il répartit alors ses charges selon une symétrie ou une asymétrie très régulièrement semblable d'une séance à l'autre.

La synthèse de l'examen statique doit permettre de définir la statique habituelle du sujet en référence aux dix types de statique théoriques que nous avons étudiés en biomécanique.

- La statique sagittale est-elle en sub- ou en net hors-aplomb ?
- La suspension est-elle antérieure ou postérieure ?
- La statique frontale est-elle de sub- ou de hors-aplomb frontal ? en suspension concave ou convexe ?
- Les haubans de suspension sont-ils iso- ou controlatéraux à l'appui pédestre prédominant ?

L'examen dynamique

L'examen dynamique interroge la mobilité rachidienne et, par là aussi, les raideurs. Il différencie ainsi l'attitude scoliotique de la scoliose essentielle.

L'examen de l'inclinaison latérale interroge la raideur des tissus situés du côté opposé au mouvement et les coincements, discaux ou inter-apophysaires, situés du côté de l'inclinaison.

Les sensations de tension et la progressivité de la retenue invitent à penser à la rétraction, l'arrêt brusque ou coincement et à la désaxation apophysaire concave. L'inclinaison du tronc en avant, rachis non fléchi, permet d'interroger – segment par segment – le rachis.

La grande flexion du tronc en avant permet d'observer l'accentuation de la gibbosité et le degré de raideur concave.

La gibbosité est le reflet de la rotation vertébrale convexe. La flexion accentue la mise en tension des transversaires épineux concaves. Comme ils sont rotateurs controlatéraux, la grande flexion du tronc en avant définit donc le degré de rétraction des transversaires épineux concaves.

La grande flexion du tronc s'effectue les membres inférieurs écartés pour fixer le bassin. Bras tendus vers le bas, les mains jointes plongent vers l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre.

Un simple niveau d'eau, ou le gibbomètre de Vinchon – fig. 80 d – évalue la hauteur de la gibbosité.

L'examen musculaire

Il est important de tester, pour comparaison, les muscles droits et gauches du corps – psoas-iliaques, quadriceps, triceps, ischio-jambiers, fessiers, haubans postérieurs, abdominaux, grand dentelé, grand dorsal, biceps, fléchisseurs des doigts –. Il est plus fréquent qu'on ne le pense d'observer une grosse différence de puissance droite et gauche, chez les scoliotiques. Le côté droit peut être insuffisant, même chez un droitier.

Une nette asymétrie de répartition des charges sur les pieds s'observe alors généralement et, par là, une forte asymétrie de l'haubanage ; celle-là peut être iso- ou controlatérale aux haubans les plus forts selon que le sujet se suspend iso- ou controlatéralement au membre porteur prédominant.

Nous ne décrivons pas ici les tests de contrôle de la puissance musculaire. Retenons toutefois que la résistance manuelle à l'extension-inclinaison latérale de la nuque est pratique pour réaliser une première approche de la puissance comparée des érecteurs rachidiens.

L'examen électromyographique

Un grand nombre de scolioses essentielles présentent des perturbations de l'innervation motrice des muscles rachidiens, particulièrement dans la convexité – A. Saito, biblio –. Ce type d'information peut objectiver certaines statiques.

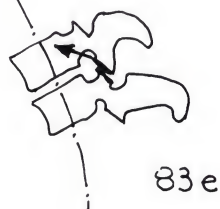
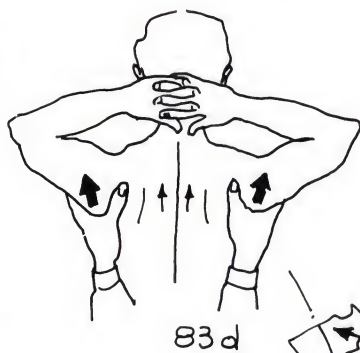
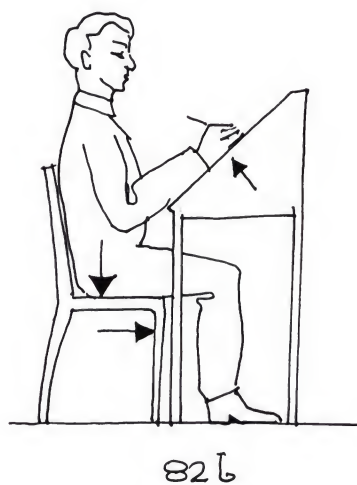
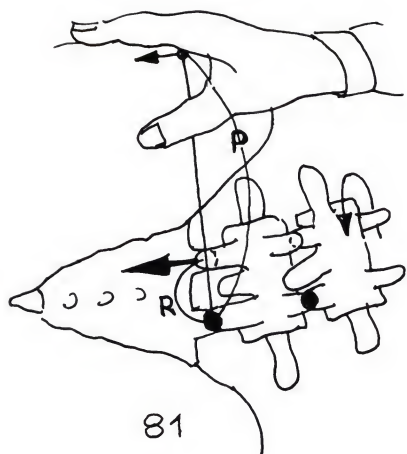
L'examen respiratoire

Les scoliotiques sont des restrictifs. Les examens précisant les différents paramètres respiratoires orientent les techniques de valorisation physiologique et l'éducation respiratoire incluse dans le traitement kinésithérapique.

Ces examens permettent d'observer l'évolution de la capacité vitale au cours des ans et l'efficacité, notamment, des méthodes de correction chirurgicale.

L'observation psychologique du sujet et de sa famille

C'est un examen qui doit se poursuivre sans relâche tout au long du traitement, si l'on veut que celui-ci se prolonge autant que nécessaire et d'une façon suffisamment intense et régulière.



Classification des exercices

Nous classons les exercices en tenant compte des grands types d'efficacités kinésithérapiques à engendrer pour tenter de corriger ou d'amoindrir les facteurs, primitifs ou secondaires, responsables du cycle déviatoire.

- I. Les exercices de réharmonisation mécanique de l'étage vertébral**
- II. Les exercices assouplissants**
- III. Les exercices d'équilibration des haubans de suspension**
- IV. Les exercices d'éducation statique**
- V. Les exercices de valorisation physiologique, cardio-pulmonaire**
- VI. Les exercices d'équilibration psychologique**

I. Les exercices de réharmonisation mécanique de l'étage vertébral

Les exercices de réharmonisation mécanique de l'étage vertébral viennent toujours en premier, tant au cours de la leçon qu'au cours du traitement. Lorsqu'il y a dys-harmonie mécanique de l'espace charnière inter-somato-apophysaire, il faut d'abord tenter de le minimiser avant de faire fonctionner l'étage vertébral ou le rachis dans son ensemble.

Ce principe vaut également lorsque l'exercice comprend plusieurs temps. Les temps de réharmonisation des étages précèdent les temps de musculation.

La réharmonisation de l'espace charnière inter-somato-apophysaire doit corriger quatre aspects pathomécaniques :

- la désaxation apophysaire concave – sauf en L5 - S1 où elle peut être convexe ;
- l'asymétrie de hauteur des habitations apophysaires – avec ou sans désaxation apophysaire unilatérale ;

- la cunéiformité frontale du disque ;
- la perte de la coaptation apophysaire convexe – particulièrement des vertèbres sommet –.

La réaxation apophysaire s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- la mobilisation analytique sollicitant tangentiellement les facettes apophysaires désaxées alors que les tissus périarticulaires sont détendus.
- la force d'inertie lors des mouvements lancés non retenus en fin de course.
- la traction longitudinale prolongée dépassant les normes physiologiques.

La remise en symétrie du degré d'habitation des facettes apophysaires s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- les techniques de réaxation apophysaire que nous venons de citer
- la translation concave du rachis
- l'inclinaison latérale convexe du rachis

La cunéiformité frontale du disque se corrige par les techniques assurant les effets ci-après :

- l'expansion discale lors d'activités de pince-ouvrante en appui apophysaire bipodal symétrique.
- l'expansion discale concave lors d'activités de pince-ouvrante en appui apophysaire unipodal convexe hypercoapté.
- l'écrasement électif de la partie convexe du disque au cours de la flexion du rachis associée à l'inclinaison convexe.

La recoaptation apophysaire convexe – reverrouillage vertébral et amélioration de l'arthroception convexe – se recouvre par les techniques assurant les effets ci-après :

- la rotation concave effectuée de haut en bas, localisée et insistée aux vertèbres sommet.
- la dérotation par appui direct – cale, bôme, feutre, ... – sur la zone sommet de la gibbosité, vertébrale ou costale, convexe.
- la musculation élective du transversaire épineux convexe – activités en bouffées des courts rotateurs –.
- la tonification des muscles de la sangle abdominale – le transverse de l'abdomen et les obliques.
- les positions amenant G à intensifier l'appui apophysaire.
- l'extension rachidienne localisée associée à l'inclinaison latérale convexe du rachis.
- la statique en suspension postérieure.

Dans les exercices proposés quelques pages plus loin, le chiffre I signifie une efficacité dans la réharmonisation mécanique de l'étage vertébral.

II. Les exercices assouplissants

Les exercices assouplissants doivent s'effectuer même chez les sujets souples car la rétraction engendre la fixation de toute dysharmonie mécanique, fût-elle seulement au stade fonctionnel.

Ces exercices viennent donc aussi en début de traitement comme en début de leçon.

Les exercices d'assouplissement doivent corriger six aspects pathomécaniques :

- la désaxation apophysaire concave
- la rétraction capsulo-ligamentaire et discale concave
- la rétraction des haubans musculaires postérieurs concaves
- la rétraction des petits muscles postérieurs concaves
- la rétraction-déformation de l'hémithorax concave
- la réfraction du psoas-iliaque convexe

On relira les «principes d'efficacité» de l'assouplissement concave.

La réaxation apophysaire concave s'obtient par les techniques que nous venons de rappeler lors des exercices de réharmonisation de l'étage vertébral.

L'assouplissement capsulo-ligamentaire et discal concave s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

la divergence concave terminale maintenue ou insistée, c'est-à-dire la flexion terminale du rachis ou la flexion associée à l'inclinaison latérale convexe.

L'assouplissement des haubans musculaires postérieurs concaves s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- le réchauffement – étirement latéral des masses musculaires – par massothérapie notamment –.
- l'étirement musculaire global du dos par la flexion terminale globale du rachis associée éventuellement à la rotation convexe si la contre-indication biomécanique n'existe pas.
- la musculation excentrique des grands haubans, notamment par la flexion et l'inclinaison du rachis vers la convexité en retenant une charge au bout du bras concave.

L'assouplissement des petits muscles postérieurs concaves s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- l'étirement électif des transversaires épineux concaves par la rotation concave effectuée de haut en bas, par une mise en cyphose progressive.
- la musculation excentrique des transversaires épineux concaves.

L'assouplissement de la rétraction/déformation de l'hémithorax concave s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- le modelage thoracique de détorsion concave, de translation latérale concave et d'inclinaison convexe – manuel, par engin, par corset, ... –.
- la respiration d'inspiration concave et d'expiration convexe.

L'assouplissement de la rétraction psoïque s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- la musculation du psoas-iliaque contro-latéral, généralement concave.

Dans les exercices proposés quelques pages plus loin, le chiffre II signifie une efficacité dans le domaine de l'assouplissement.

III. Les exercices d'équilibration des haubans de suspension

Les exercices d'équilibration des haubans de suspension touchent soit la chaîne de suspension antérieure quand la ligne de gravité est postérieure, soit la chaîne de suspension postérieure quand la ligne de gravité est antérieure en référence certes à l'axe trans-coxo-fémoral.

Il s'agit, dans le premier cas, des extenseurs des orteils, des releveurs du pied, du quadriceps, des psoas-iliaques, des abdominaux et, parfois, des muscles antérieurs du cou ; dans le second cas, des fléchisseurs des orteils, des extenseurs-éverseurs du pied, des ischio-jambiers, des haubans postérieurs du dos.

L'asymétrie frontale peut provenir d'une différence de puissance, de tension ou de fonction des muscles de la chaîne antérieure ou postérieure. Elle peut être primitive ou secondaire à une asymétrie fonctionnelle. La finalité est de tenter la rééquilibration.

Les exercices d'équilibration des haubans de suspension doivent donc envisager trois aspects :

- l'équilibration de la puissance et de la tension de la symétrie frontale des haubans de suspension antérieure ;
- l'équilibration de la puissance et de la tension de la symétrie frontale des haubans de suspension postérieure ;
- l'équilibration frontale de la participation fonctionnelle des haubans.

L'équilibration de la puissance et de la tension de la symétrie frontale des haubans de suspension antérieure s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- les exercices de musculation du psoas-iliaque le plus faible, sauf s'il est du côté de la convexité lombaire – très rare –.
- les exercices de musculation du membre inférieur le plus faible
- les techniques d'assouplissement psoïque

L'équilibration de la puissance et de la tension de la symétrie frontale des haubans de suspension postérieure s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- les exercices de musculation des haubans convexes mais uniquement s'ils sont nettement hypotoniques.
- les exercices de musculation en contraction incomplète et étirement complet ou excentrique, des haubans postérieurs concaves.
- les exercices d'assouplissement global du plan postérieur par posture d'étirement si la déviation comporte plusieurs courbures.

L'équilibration frontale de la participation fonctionnelle des haubans s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

ce sont les exercices d'éducation statique. Nous les envisagerons séparément.

Dans les exercices proposés quelques pages plus loin, le chiffre III signifie une efficacité dans l'équilibration des haubans de suspension.

IV. Les exercices d'éducation statique

Les exercices d'éducation statique viennent après que l'harmonie biomécanique des différents étages vertébraux des différents segments perturbés ait été améliorée dans la limite du possible et lorsque l'équilibration des haubans de suspension est en bonne voie.

Nous voulons dire par là que c'est inutile de vouloir éduquer la statique dès le tout début du traitement si on n'a pas donné au sujet la possibilité de ranger les différentes pièces de son empilement rachidien et les moyens d'en assurer le maintien en position sub-correct.

Les exercices d'éducation de la statique et par là du schéma corporel comprennent différents aspects :

- les exercices de placement des pieds
- les exercices de placement des genoux
- les exercices de musculation des membres inférieurs
- les exercices de correction de la base d'appui sacrée
- les exercices d'auto-grandissement
- les exercices de rangement et d'automatisation du rangement des différents segments corporels, pelvien, thoracique, scapulaire, cervical, céphalique, oculaire.
- les exercices de placement de la ligne de gravité
- les exercices de répartition des charges sur les pieds
- les exercices d'attitude correct dans les différentes positions fonctionnelles, assise, couchée, penchée, ...

L'éducation et l'automatisation du placement des pieds s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- l'éducation du rapprochement frontal maximum des pieds de manière à obtenir une base de sustentation de largeur minimale. Ceci réduit la latéralisation de G si l'axe médio-sacré et l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre sont à l'aplomb.
- l'éducation d'une symétrie de rotation des membres inférieurs de manière à réaliser un trapèze de sustentation de forme sub-symétrique.
- l'éducation de la sensation de la répartition de l'appui pédestre sur les trois points d'appui du pied – talon, premier méta, arche externe. Ceci prépare à l'éducation de la localisation de la ligne de gravité en évitant, notamment, la localisation au niveau de la limite externe d'un des pieds. L'appui sur l'arche externe du pied peut être une mauvaise habitude mais aussi, très souvent, une réaction de rigidification de la voûte externe pour répondre à une isolatéralisation de G.

La correction horizontale de la plate-forme sacrée s'obtient par :

- l'égalisation de la longueur des membres inférieurs
- l'égalisation de la force des psoas-iliaques
- l'accentuation de la suspension psoïque unilatérale du côté opposé à l'hémibassin antéprojeté – inversion de la station hanchée –.
- la réharmonisation d'une sacro-iliaque
- la mise en symétrie de la rotation externe des membres inférieurs par l'éducation et la musculation élective des rotateurs internes de la hanche.
- la réaxation apophysaire unilatérale de L 5/S 1.

La correction sagittale de l'aplomb sacré en référence à l'axe frontal joignant les articulations de Chopart s'obtient par :

- la musculation de la chaîne musculaire de suspension postérieure, c'est-à-dire les fléchisseurs des orteils, les extenseurs de la cheville, les ischio-jambiers, les érecteurs rachidiens.
- la musculation du transverse et des obliques de l'abdomen
- la correction de la position d'extension du genou – flexum ou recurvatum –.

La correction frontale de l'aplomb de l'axe médio-sacré et de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre s'obtient par :

- la musculation des stabilisateurs frontaux du bassin, à savoir les abducteurs et les adducteurs des cuisses
- l'éducation du placement frontal du bassin – translation du bassin –.
- le placement en sub-symétrie frontale de la ligne de gravité – Lovett –.

L'autograndissement s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- l'inclinaison progressive du tronc vers l'avant, rachis en extension, localise l'autograndissement, étage par étage, de bas en haut du fait que le rachis se rigidifie en extension de l'élément fixe – ici le bassin – vers l'élément mobile – la partie supérieure du rachis –.

- l'extension progressive du rachis, la nuque en appui, réalise l'autograndissement de haut en bas puisque ici le segment fixe est supérieur.
- la mise en cyphose du segment lombaire inhibe l'autograndissement par mise en divergence des appuis apophysaires.
- la localisation postérieure à l'axe trans-coxo-fémoral inhibe les érecteurs du rachis. L'autograndissement réalisé dans ces conditions exige un très grand affinement de la commande des érecteurs du rachis.

Le rangement et l'automatisation du rangement des différents segments corporels s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- les exercices classiques devant le miroir
- la correction de la base sacrée alors que la base de sustentation pédestre est de largeur minimale.
- la translation concave du tronc afin de ranger la ceinture scapulaire généralement en translation convexe dorsale si la dorsale est primitive, en translation convexe lombaire si la lombaire est primitive.
- le rangement, à la Schroth, associé à l'utilisation de la respiration comme facteur d'étirement et de redressement.
- le rangement, à la Dehoux, à la Böhler, à la Perrin, utilisant la réaction des muscles érecteurs du rachis consécutive au placement d'une charge ou d'une poussée de haut en bas sur la tête.
- le rangement par translation concave et inflexion convexe suivie de l'extension pour recouvrir la symétrie des appuis apophysaires avant la réponse musculaire d'extension.
- le rangement frontal et détorsion convexe pour ranger sur appui unipodal convexe – rangement en vrille –.
- le rangement du segment tête par éducation de l'horizontalisation du regard.

Le placement de la ligne de gravité s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- les exercices de déséquilibre du tronc, en avant ou en arrière, en référence à l'axe trans-coxo-fémoral pour éduquer la sensation de suspension sur les haubans postérieurs ou les haubans antérieurs.
- les exercices d'équilibre en déplacement transversal à la bombe ...
- les exercices d'équilibre en déplacement sagittal à la bombe ...
- les exercices de déséquilibre frontal du tronc pour éduquer la suspension latérale et la sensation d'asymétrie de suspension frontale, antérieure ou postérieure.

L'éducation et l'automatisation de l'attitude correcte en position assise et couchée s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- la station debout prolongée, un pied sur une balance, l'autre sur un plateau de même hauteur. Un miroir, placé de manière à ce que le sujet ne doive pas incliner la tête, permet au patient de contrôler la répartition.
- les exercices d'équilibration, debout sur une planche légèrement surélevée par un talon sagittal en son milieu. Ce talon sagittal doit mesurer 3 cm de largeur de manière à ce que la balance frontale ainsi créée présente un certain équilibre et autorise ainsi le léger déplacement frontal physiologique de la ligne de gravité.

L'éducation et l'automatisation de l'attitude correct en position assise et couchée s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- nous avons défini la position assise comme devant assurer la rigidification lombaire par le maintien d'un certain degré de lordose. La rigidification dorsale peut, à cette condition, être obtenue.
- la forme du dossier du siège, moulant les lombes, aide à la correction de la position
- le décubitus latéral du côté de la convexité dorsale si le tronc est tourné vers le haut, en décubitus latéral sur la concavité dorsale si le tronc est tourné vers le sol assure la détorsion de correction ainsi que la sollicitation d'ouverture frontale des déviations.

Dans les exercices proposés aux pages suivantes, le chiffre IV signifie une efficacité dans l'éducation statique.

L'éducation et l'automatisation du placement des genoux s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

- l'éducation de l'extension sub-symétrique des genoux, c'est-à-dire éviter la position de flexum d'un côté qui déclenche la sollicitation en récurvatum de l'autre genou. Il arrive que la perte de l'extension terminale d'un genou trouve son origine dans un mini-tiroir postérieur du tibia. La correction s'effectue alors par la traction de l'épiphyse tibiale supérieure vers l'avant. Contrôler si le flexum ne provient pas lui-même d'une suspension psoïque isolatérale très prédominante.
- le degré d'écartement des condyles internes dépend de la rectitude anatomique des membres inférieurs, du rapprochement des pieds de leur composante de rotation.

La musculation des membres inférieurs s'obtient par les techniques assurant les effets ci-après :

la musculation par résistance maximale – Delorme et Watkins ... – des abducteurs et adducteurs de la cuisse pour améliorer la stabilisation frontale du bassin, la musculation du tenseur du fasciat-lata et du biceps pour améliorer la stabilisation frontale du genou, la musculation des extenseurs et releveurs du pied pour stabiliser l'orientation sagittale de la jambe, la musculation des muscles contrôlant la statique du pied pour stabiliser les voûtes plantaires – importance du long péronier latéral –.

La correction de la base d'appui sacrée s'obtient par les techniques assurant les cinq corrections ci-après :

- la correction sagittale de l'inclinaison sacrée ;
- la correction frontale de l'inclinaison sacrée ;
- la correction horizontale de la plate-forme d'appui sacrée ;
- la correction sagittale de l'aplomb sacré et de l'axe frontal joignant les articulations de Chopart ;
- la correction frontale de l'aplomb de l'axe médio-sacré et de l'axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre.

La correction sagittale de l'inclinaison sacrée s'obtient par :

- le recul du centre de gravité du segment abdominal, en cas d'hyperlordose, donc la musculation des abdominaux
- la statique en suspension postérieure
- la réaxation apophysaire, en cas de lombes plates
- le recul de la ceinture scapulaire et des bras
- l'assouplissement de la cyphose dorsale, en cas de raideur avec renversement postérieur du tronc pour équilibration
- l'assouplissement et la réaxation des étages charnière dorso-lombaires
- la réduction de la rotation externe anormale des membres inférieurs en position debout.

La correction frontale de l'inclinaison sacrée s'obtient par :

- l'égalisation de la longueur des membres inférieurs, quelle que soit l'origine de la différence de longueur – pied, genou, hanche, sacro-iliaque –.
- le placement en sub-aplomb frontal de la ligne de gravité
- la musculation des abducteurs et des adducteurs des cuisses.

V. Les exercices de valorisation physiologique cardio-pulmonaire

Nous ne reviendrons pas ici sur les techniques que chacun trouvera détaillées dans les cours de kinésithérapie respiratoire.

L'intensité de certains exercices assure cette valorisation. Le chiffre V caractérise les exercices de ce type.

VI. Les exercices d'équilibration psychologique

Ils sont partout, à tout moment, et dépendent du contenu psychologique du kinésithérapeute et des conseils de vie donnés au patient.

Le chiffre VI caractérise les exercices de ce type.

Quelques exercices

Les exercices ci-après sont numérotés et qualifiés de I à VI selon les types d'efficacités que certains par ailleurs additionnent.

1. station écartée, élévation des bras : concave haut, convexe avant – légère inclinaison du tronc en avant (20°) + légère flexion – rotation concave max du rachis / extension et inclinaison brusque du rachis vers la convexité, **I 2 3**
2. station écartée, tronc légèrement incliné en avant – main concave lestée – rotation concave du rachis / lancer rapide du bras concave en dehors et en haut (plan frontal), **I 2 3**

3. coucher latéral sur gibbosité (coussin plat sous gibbosité + petit coussin sous la nuque) / lancer et maintenir le bras concave en haut, **I 2 6**
4. coucher latéral sur la gibbosité / rotation concave passive du tronc de haut en bas par traction sur le bras convexe, **I 2 6**
5. coucher latéral sur la gibbosité / extension et rotation concave par appui nuque sur coussin (contractions en bouffées), **I 2 6**
6. coucher latéral sur la gibbosité – hypercorrection de l'exercice 5 / inspiration concave ; expiration convexe contre résistance en poursuivant l'inspiration concave – utilisation respirator de Plent, **I 2 V VI**
7. station assise – main concave lestée – élévation bras concave en dehors et en haut / pousser vers le haut dans l'axe du bras, **1 II 3**
8. espalier – station écartée face à l'espalier – inclinaison du tronc en avant 90°, élévation du bras concave dans le prolongement du tronc et saisir échelon – élévation latérale bras convexe lesté / rotation concave du tronc en saccades avec descente bras convexe jusqu'à position basse, **1 II 3**
9. station écartée, élévation bras concave en dehors et en haut (+ contre-appui convexe) / inclinaison convexe et flexion tronc, **1 II 3**
10. fente avant, membre inférieur convexe en avant / élévation brusque du bras concave en dehors et en haut, extension-rotation concave du rachis, en bouffées, **I 2 3**
11. fente avant / translation du tronc vers la concavité – inclinaison convexe, **I 2 3**
12. fente avant / rotation du rachis vers la concavité (de haut en bas), **I 2 3 IV**
13. fente avant – rotation du rachis vers la concavité (de haut en bas) / rotation-extension avec insistance en fin de course, **I 2 3 4 5**
14. fente avant – membre supérieur concave lesté / inclinaison convexe lente + flexion-rotation concave, **1 II III**
15. poussée pédestre Dr. de Sambucy associée à inspiration concave et expiration convexe, **I II V**
16. bombe – station latérale – appui gibbosité sur bourrelet / élévation brusque bras concave en dehors avec rotation concave, **I II**
17. équilibre sur ligne tracée au sol (ou engin bas), **1 3 IV 6**
18. coucher ventral / extension tronc et tête avec résistance d'extension et de rotation à la nuque, **I**
19. position quadrupédique / lancer du bras concave (lesté) en dehors et en avant, flexion simultanée du bras convexe en appui au sol, **I II**
20. position quadrupédique / recoaptation apophysaire convexe + détorsion des étages sommet, **I**

- 21. position quadrupédique / flexion nuque puis rotation vers la concavité, I 2**
- 22. position quadrupédique / marche «à quatre pattes» avec charge sur le dos – promenade Klapp, I 2 6**
- 23. position quadrupédique, bras allongés en avant dans le prolongement du corps – glisser Klapp, I**
- 24. position du glisser – surélever la main concave – autograndissement / glisser avec avancée prédominante du bras concave et rotation concave du tronc à chaque insistance, I 2**
- 26. position du glisser / translation et rotation concave du tronc – ramper de Klapp + rotation, I II**
- 27. le saut du lièvre de Klapp / y ajouter la translation concave pendant la position du glisser, la rotation du tronc et les activités en bouffées pendant le redressement, les autograndissements en début de redescende du tronc, les insistances d'assouplissement en flexion, partant de la tête, à la fin du saut cyphosant le dos, I II IV V**
- 28. le glisser de Klapp sur le bras concave tendu en avant / le bras convexe glisse sous le tronc, vers l'avant ou sur le côté ou vers l'arrière, selon que l'on veut détordre le bas, la zone moyenne ou le haut du rachis. C'est le tourner de Klapp inversé pour des raisons de recoaptation apophysaire convexe, I**
- 29. le glisser de Klapp sur le bras concave tendu en avant / rotations concaves insistées, réalisées en bouffées, en fin de détorsion – musculation du transversaire épineux convexe, I**
- 30. le glisser de Klapp sur le bras concave tendu en avant / en soulevant légèrement le membre supérieur convexe, I**
- 31. le glisser de Klapp avec extension du bras et de la jambe / lancer rapide bras concave en dehors et en avant – flexion simultanée du bras convexe en appui au sol, laisser agir l'inertie du bras concave en fin de lancer, I**
- 32. le glisser avec extension du bras et de la jambe – Klapp – / élévation bras concave lesté, latéralement et vers le haut / rotation concave en bouffées, I III**
- 33. le dos du chat «à quatre pattes» – Klapp – / maintien de la position de cyphose insistée ; plongeon d'extension en translation et rotation concave, I II**
- 34. cf. l'exercice précédent + avancée préalable du bras concave, I II**
- 35. le grand arc – Klapp / lancer du bras concave en haut avec extension du tronc, inclinaison convexe et rotation concave localisée au niveau sommet, I II III**
- 36. le faucheur – Klapp – position quadrupédique, bras concave collé au corps / lancer du bras concave de manière à bénéficier en fin de course de l'inertie – réaxation par le relâchement en fin de mouvement de manière à tordre les étages sommet vers la concavité, I II III**

37. le faucheur – Klapp – position quadrupédique, bras concave collé au corps / rotations concaves, de haut en bas, en bouffées, **I**
38. coucher dorsal – appliquer régions cervicale, dorsale et lombaire au sol / auto-grandissement – Schroth – accentuer la détorsion en vrille ; ajouter respiration type Schroth et l'extension par appui de la tête en détorsion, **I IV V**
39. station assise / autograndissement avec inclinaison progressive du Tr. en avant, rangement de translation latérale concave, dérotation convexe, respiration du type Schroth, **I II IV V**
40. pieds joints sur le 1^{er} échelon de l'espallier – saisir l'échelon à hauteur des épaules – étendre les bras et laisser aller le bassin en arrière / flexion rythmée du genou concave, détorsion du tronc, **I II IV**
41. à genoux, bras loin en avant dans le prolongement du tronc / poussées manuelles modelantes du kinésithérapeute sur la gibbosité lors de l'expiration-détorsion, **I II**
42. assis tailleur (cale sous ischion convexe), bras concave lesté et élevé au zénith / expansion concave associée au rangement et à la translation concave du thorax ; expiration associée à la bascule du bras concave vers la convexité, **II III IV V**
44. coucher facial – bras convexe le long du corps ; bras concave abducté à 70° (rotation externe), coude fléchi à angle droit, traction manuelle du kinésithérapeute en abduction / attirer la C.V. vers l'omoplate – exercice du type Niederhöffer, **I**
45. à genoux, tronc légèrement incliné en avant, lombes lordosées, bras tendus le long du corps en rotation externe ou en «chandelier» / creuser les lombes, infléchir le tronc latéralement vers la convexité – exercice type Burger-Wagner, **I III IV**
46. coucher dorsal, abdomen fixé, hanche concave fléchie à 90° / flexion hanche contre résistance maximale – résistance opposée par le kinésithérapeute ou charge – exercice du type Péninou ou Salzard, **III**
47. coucher dorsal, membre supérieur en rotation externe, menton rentré, membre inférieur en rotation externe levé à la verticale / posture très prolongée, exercice dy type Mézières, **II**
48. port d'une charge lourde sur la tête / marches diverses, pointe pieds – exercice du type Böhrler, **IV**
49. station assise, autoredressement sous l'autoredresseur du Prof. Dehoux – la rotation concave du tronc devrait être associée à l'autograndissement, **I IV**
50. station écartée à l'espallier – inclinaison du tronc en avant, degré variable selon la localisation rachidienne – élever les bras dans le prolongement du tronc et saisir échelon espallier / autograndissement contre R assurée par la main du kinésithérapeute en appui sur la tête – exercice du type Perrin. La rotation concave du tronc devrait aussi être ajoutée, **I IV**

51. station debout / flexion du tronc en avant associée à l'inflexion latérale convexe et à la rotation concave ; positions variables des bras, **II**
52. station hanchée inversée, **III IV**
53. coucher latéral du côté opposé à réaxer / réaxation apophysaire passive de L5S1 ou L4L5, etc., **I**
54. Coucher ventral, bras en «chandelier» / étirement axial partant de la tête – éventuellement avec R dans la nuque – exercice du type Charrière-Roy, **I IV**
55. Banc – assis califourchon / poussée du kinésithérapeute sur gibbosité dorsale avec fixation manuelle à l'aisselle – respiration associée – exercice type Charrière-Roy, **II**
56. coucher ventral ou en gargouille – corrections posturales / soulever thorax, élever le bras concave dans le prolongement du tronc, incliner la tête et la ceinture scapulaire vers la convexité, rotation concave, **I III IV**
57. coucher ventral, bras en «chandelier» / extension du membre inférieur concave adducté – lancer en adduction (si pas de désaxation L5S1 convexe), **I IV**
58. espalier, station latérale convexe, élévation du bras concave en haut – par en dehors ou selon le niveau à détordre – saisir l'échelon / respiration de dégagement de l'hémithorax concave avec détorsions concaves du thorax, insistées en bouffées lors de l'expiration, **I II**
59. coucher ventral sur table, membre inférieur en porte-à-faux / écartement des jambes contre résistance (ressort, le kinésithérapeute, etc.) – exercice type Charrière-Roy, **IV**
60. coucher ventral sur table, membre inférieur en porte-à-faux / tenir un sac de sable serré entre chevilles, **IV**
61. coucher latéral / abduction des membres inférieurs chargés au niveau de la cheville, **IV**
62. coucher ventral, appui des membres inférieurs sur la table, tronc en porte-à-faux, tronc pendant – mise en cyphose totale du rachis / redressement avec correction posturale de translation latérale de dérotation ; résistance à la nuque en fin de redressement, par la main du kinésithérapeute ou celle du patient, **I II IV**
63. station debout / éducation du placement de G après correction de rangement des segments, **IV**
64. station debout, l'appui des pieds est contrôlé par une balance, **IV**

Les traitements différentiels des déviations scoliotiques

Classification

Trois grands types de traitements s'effectuent classiquement chez l'enfant atteint de déviation scoliotique selon que l'angulation est inférieure à 30°, située dans la fourchette des 30 à 50°, supérieure à 50°.

Lorsque l'angulation est inférieure à 30°, la kinésithérapie seule suffit. De 30 à 50°, ou plus de 50° non encore opéré, les plâtres et les corsets assurent le traitement orthopédique et la kinésithérapie constitue alors le traitement adjuvant obligatoire. Plus de 50°, c'est la chirurgie. La kinésithérapie prépare alors à l'intervention puis se poursuit après elle.

Les traitements des déviations de moins de 30°

Généralités

Le pronostic évolutif d'une scoliose de moins de 30° constitue un facteur important puisque les scolioses de plus de 30° sont passées par ce stade.

Nous avons abordé ce problème au deuxième chapitre en définissant les scolioses. Il faut donc se méfier d'affirmer qu'une attitude scoliotique de moins de 30° ne deviendra jamais une scoliose idiopathique.

La dysmorphie vertébrale et les tests de raideur ou de souplesse déterminent classiquement si la déviation est ou reste une attitude scoliotique ou si elle est ou devient une scoliose essentielle.

Ce sont les tests vus lors de l'examen dynamique, souplesse ou raideur lors de l'inclinaison latérale, lors de la grande flexion du tronc en avant, lors de la correction en décubitus.

La raideur est donc le premier stade d'aggravation conduisant à la scoliose idiopathique. Il faut donc se méfier s'il y a raideur. On remarquera que la désaxation en convergence constitue un premier stade de raideur, premier stade de fixation qui s'aggrave par la rétraction tissulaire concave. Lutter contre la raideur constitue donc aussi une des finalités des traitements des déviations de moins de 30°.

Le dossier, l'examen sont ceux que nous avons précisés.

Souvent la cause de la déviation provient ici d'un déséquilibre de la plate-forme d'appui – membres inférieurs, bassin – ou d'un déséquilibre des tensions d'haubannage – pathologie des haubans ou asymétrie fonctionnelle d'activité des haubans –.

Mais on recherchera toujours si la bascule frontale d'un espace charnière inter-somato-apophysaire n'est pas électivement en cause – cliché p.216 –.

Les dysmorphies structurales des vertèbres sont généralement mineures, si elles sont sévères la déviation dépassera un jour les 30°.

Ce n'est pas toujours au cours du premier examen que l'origine de la statique défectueuse est approchée. On n'y arrive qu'en observant son patient au cours des séances et en pensant aux forces en présence beaucoup plus qu'aux formes.

L'impact psychologique qu'exerce une déviation de moins de 30° sur le sujet et sa famille est généralement assez réduit du fait que la déviation se remarque peu.

Le traitement kinésithérapique apparaît dès lors comme très contraignant et mal venu. Il doit pourtant être très régulièrement suivi si on ne veut, de temps en temps, arriver à la catastrophe. La prise en main du patient et de sa famille associera donc diplomatie et fermeté. La leçon sera dynamique et joyeuse. Les jeux, la danse, la natation constituent parfois des dérivatifs qui redonnent le courage de persévérer.

Sous 30°, les déformations thoraciques restent généralement mineures et la valorisation cardio-pulmonaire ne constitue pas l'aspect essentiel du traitement, sauf dans les cas d'insuffisance respiratoire associée.

La stimulation physiologique née des exercices gymniques et de l'éducation respiratoire suffit généralement.

Dans les cas d'attitude scoliotique vraie – moins de 30° –, la détérioration structurale est normalement inexistante.

Mais ces détériorations peuvent exister. Il est alors justifié, eu égard à l'intensification croissante des contraintes concaves dès que G tombe frontalement en dehors de l'espace inter-apophysaire, de limiter l'écrasement vertébral par le port d'un corset dès avant les 30° «fatidiques». Le muscle et le rangement global du rachis ne peuvent plus alors empêcher l'aggravation de la cunéiformité somatique.

Nous allons envisager les traitements différentiels des déviations scoliotiques de moins de 30° selon que la localisation est :

- lombaire
- dorsale ou dorso-lombaire
- cervico-dorsale ou dorsale haute
- compensée

Les traitements différentiels des déviations scoliotiques lombaires

Généralités

Les déviations lombaires peuvent provenir de différents facteurs susceptibles de les classer de la manière ci-après :

- **les déviations scoliotiques lombaires d'origine psoïque**
- **les déviations scoliotiques lombaires par latéro-basculé primitive ou précoce d'un espace charnière inter-somato-apophysaire – L4/L5 ou L5/S1 –**
- **les déviations scoliotiques lombaires par latéro-basculé et – ou – rotation pelvienne**
- **les déviations scoliotiques lombaires par dysmorphie d'une vertèbre ou l'existence d'une hémivertèbre lombaire**
- **les déviations scoliotiques lombaires par spondylolyse de L5 ou de L4.**

On suppose l'origine psoïque de la déviation lombaire lorsque le sujet a une statique en suspension antérieure, une nette asymétrie de puissance des psoas, une prédominance fonctionnelle de suspension psoïque unilatérale, parfois une nette asymétrie de répartition de la charge sur les pieds ; aussi l'habitude de placer le membre inférieur porteur vers l'arrière.

La rotation pelvienne peut également provenir d'une suspension psoïque unilatérale, du déséquilibre frontal d'une station hanchée ou d'une asymétrie de longueur des membres inférieurs. La radiographie en debout ou la scanographie et les clichés de 3/4 visualisent les autres origines.

En dehors des deux derniers types de scolioses lombaires, le pronostic évolutif est généralement bon. L'angulation reste peu élevée et 90° constitue un maximum.

La scoliose de l'adolescent est généralement lombaire. La courbure s'étend sur cinq vertèbres, de D11 ou D12 à L4, parfois L5 – cliché p. 220 –. La cunéiformité est rare ou tardive mais la rotation peut être importante.

La compensation dorsale reste souvent mineure, dans le genre de ce que l'on peut voir sur le cliché p. 32.



(23.6.76) Suspension psoïque – gauche – asymétrique par nette prédominance de la force du psoas iliaque gauche. Charges sur les pieds : 31 Kgr à gauche, 10 Kgr à droite – sacrum latéralisé à gauche –.



(02.11.76) Rééquilibration de la suspension psoïque par musculation électorive du psoas iliaque droit insuffisant. Charge sur les pieds : 20 Kgr et 20 Kgr.

Il arrive qu'une courte bascule de L4/L5 réalise un réel état de subluxation. Lors de l'étude pathomécanique de ce problème, nous avons vu qu'une suspension psoïque opposée à l'inclinaison frontale du sacrum en position hanchée pouvait expliquer ce phénomène.

Nous allons décrire cinq traitements types correspondant aux scolioses lombaires ayant les cinq origines théoriques différentes que nous venons de citer. Il est bien entendu que, pour s'adapter au cas traité, il faudra puiser dans les différents plans de travail proposés. Plusieurs facteurs déviatoires s'associent en effet souvent, ici comme ailleurs.

Nous ne proposons également – et volontairement – que peu d'exercices pour atteindre à l'efficacité souhaitée. Ceci obligera chacun à créer des exercices et à cerner l'exercice convenant avec précision. L'étude analytique faite au cours des trois premiers chapitres permet de connaître les effets profonds déclenchés.

Le traitement de la déviation scoliotique lombaire d'origine psoïque

Les efficacités ci-après doivent être engendrées :

- l'équilibration frontale de la force et de la tension de suspension des haubans, il s'agit ici des psoas-iliaques
- l'assouplissement lombaire
- la réaxation des articulations vertébrales concaves, surtout celles des étages les plus basculés
- la recoaptation des facettes apophysaires des articulations vertébrales convexes des vertèbres sommet
- la correction de la base d'appui sacrée
- la correction éventuelle de la déviation des segments susjacents
- l'éducation de la statique globale

L'équilibration frontale des haubans psoïques s'obtient par la musculation électrique du psoas-iliaque faible par un travail contre résistance maximale.

Cette musculation s'effectue en coucher dorsal, le membre inférieur non travaillé mis en extension permet de prendre un appui du pied, ce qui augmente la force du sujet et lordose partiellement le rachis lombaire – exercice n° 46 –.

On relira ce que nous écrivons des exercices de Péninou Salzard page

L'assouplissement lombaire des tissus concaves s'obtient par la grande flexion du tronc en avant maintenue – ou en décubitus dorsal – (Mézières, exercice 47). La réaxation apophysaire concave, surtout des étages les plus basculés, s'obtient par la mobilisation analytique lombaire et les lancers de jambe.

Il s'agit du quatrième temps de la mobilisation analytique en coucher latéral du côté des facettes apophysaires à réaxer. Nous rappellerons que la torsion du rachis réa-

lisée au deuxième temps de cette mobilisation intensifie l'appui apophysaire controlatéral à l'articulation vertébrale à réaxer, ce qui crée un levier interrésistant efficace pour, sans forcer, ressortir l'articulation hyperhabitée – fig. 81 –. Le bras de levier de la résistance vaut 4 cm, celui de la puissance approximativement 20 cm – fig. 81 R et P.

Les lancers de jambe concave peuvent être efficaces mais ils doivent être réalisés à partir de positions stables et avec beaucoup de dextérité, ce qui n'est pas toujours le cas. Ils présentent d'autre part une contre-indication formelle que nous étudions au cours du traitement des déviations scoliotiques lombaires par latéro-bascul primitive ou précoce de l'espace charnière inter-somato-apophysaire L5/S1.

La recoaptation apophysaire des articulations vertébrales convexes des vertèbres sommet s'effectue ici par les moyens ci-après.

Il s'agit de la musculation de la sangle abdominale, des exercices d'extension associée à l'inclinaison latérale convexe – Burger Wagner –, des rotations du rachis de haut en bas, la torsion localisant au sommet de courbure son effet maximum. L'extension-rotation concave en bouffées peut alors s'effectuer contre grande résistance. La position assise en lordose, les sièges de plâtre moulés en lordose sur le sujet, prolongent les efficacités.

La correction de la base d'appui sacrée s'améliore généralement dans ce type de déviation au fur et à mesure de l'équilibration de la puissance comparée des psoas-iliaques.

Du côté de la suspension prédominante, l'hémibassin n'est en effet plus tracté excessivement vers l'avant. La cuisse correspondant n'est non plus électivement fléchie. Les autres composantes de la correction de l'appui sacré restent éventuellement à effectuer si la position de référence est perturbée.

Si des déviations susjacentes existent, elles sont à corriger par un traitement kinésithérapique électif.

Voir le traitement des déviations dorsales et dorso-lombaires. On réempile ultérieurement la lombaire et la dorsale, séparément travaillées, au cours des exercices d'éducation statique.

L'éducation de la statique globale s'oriente généralement vers la conservation de la statique en suspension antérieure sauf si, tardivement, on est amené à constater que le sujet est du type dynamique.

L'éducation de la répartition des charges sur les pieds – pieds sur balances à quelques mètres devant le miroir – ne débute que lorsque la force des haubans a été subéquilibrée. On éduquera en attendant la station hanchée inversée.

Le traitement de la déviation scoliotique lombaire par latérobascule primitive ou précoce d'un espace charnière inter-somato-apophysaire

La radiographie de la page 216 et son calque visualisent le facteur déviatoire.

En voyant ces images et celle d'une déviation dorsale haute provenant également de la bascule élective d'un seul espace inter-somato-apophysaire, on est amené à repenser le problème de l'instabilité frontale des appuis apophysaires postérieurs, voire la dysmorphie frontale du nucléus pulposus. La déviation lombaire ne serait pas primitive mais secondaire à la bascule frontale de L5 sur S1.

Ici, la plate-forme sacrée est sub-horizontale dans le plan frontal en position debout. La cinquième lombaire est d'égale hauteur à droite et à gauche. La surface supérieure du corps de L5 et par là l'appui de L4 sont basculés. Le facteur déviatoire initial provient donc soit de la désaxation apophysaire de l'articulation vertébrale gauche L5/S1, soit de la cunéiformité du disque L5/S1.

On peut encore imaginer que ces états pathomécaniques soient secondaires à une asymétrie importante des tractions psoïques convexes. La désaxation de convergence est en effet «convexe» et, à l'examen clinique, le psoas-iliaque convexe est toujours – et souvent de loin – le plus puissant.

On comprend que dans ces cas les efficacités ci-après soient à engendrer :

- **la réaxation élective de l'articulation vertébrale L5/S1 convexe**
- **la tonification élective du psoas-iliaque concave**
- **l'interdiction formelle des lancers de la jambe concave puisqu'ils ont comme conséquence d'aggraver la déshabitation de l'articulation vertébrale en L5/S1 concave et d'accentuer l'habitation déjà désaxée en convergence de L5/S1 convexe.**

Il arrive que la bascule frontale d'une vertèbre lombaire ne se localise pas en L5/S1. La réaxation apophysaire est alors à effectuer dans la concavité, et le lancer de jambe est alors autorisé. La mobilisation analytique reste pourtant plus efficace.

Le restant du traitement comporte les efficacités énumérées lors du traitement des déviations scoliotiques lombaires d'origine psoïque.

Le traitement des déviations scoliotiques lombaires provenant de la latérobascule ou de la rotation pelvienne

Il peut s'agir d'une dysmorphie du bassin, de la dysharmonie d'une sacro-iliaque, d'une inégalité de longueur des membres inférieurs – notamment quand le sujet pousse un héli-bassin en avant du côté du membre le plus long –, d'un pied plat unilatéral, d'une asymétrie de puissance des membres inférieurs, d'un récurvatum unilatéral ou, tout simplement, d'une nette latéralisation de la ligne de gravité. Dans ce dernier cas seulement le facteur déviatoire est rachidien.

Les efficacités à engendrer sont toutes celles que nous avons étudiées pour agir sur les différentes causes précitées.

Si on ne peut les éliminer, la talonnette compensatrice devra être utilisée.

Pour le reste, le traitement est celui des déviations scoliotiques lombaires d'origine psoïque.

Le traitement des déviations scoliotiques lombaires par dysmorphie vertébrale

Si la scoliose lombaire a une telle origine – vertèbre cunéiforme ou hémivertèbre –, elle aura tendance à s'aggraver sévèrement et à donner des déviations compensatoires importantes. C'est alors le traitement des déviations de plus de 30° qui convient

Le traitement des déviations scoliotiques lombaires par spondylolyse de L5 ou L4

Le levier vertébral a perdu un ou ses deux appuis postérieurs selon que la spondylolyse est uni- ou bilatérale. La pince-ouvrante pourra encore assurer les efficacités de l'appui unipodal côté non atteint ou ne pourra plus en assurer du tout. Tel est le problème. Dans le second cas, la gymnastique d'extension ne peut plus engendrer de forces de dégagement. Elle ne peut donc qu'aggraver la composante de cisaillement à sens antérieur.

Si une déviation survient au niveau des étages susjaccents, il est impossible de la corriger, d'en verrouiller les étages. L'arthrodèse de L5S1, voire de L4L5 et S1 s'indiquent, mais, celle-ci une fois réalisée, la kinésithérapie redevient très efficace. Il n'est donc pas rationnel d'enraidir en hâte les étages supérieurs. Le facteur déviatoire étant chirurgicalement corrigé, le réempilement et le reverrouillage vertébral peuvent être recouverts.

Dans la spondylolyse unilatérale, la glissade antérieure de la vertèbre ne pouvant survenir que du côté dont le crochet apophysaire est déficient, la déviation consiste donc en une rotation du corps vertébral vers le côté sain. Cette rotation perturbe les appuis des étages susjaccents, notamment par réduction de la coaptation apophysaire du côté sain.

Bien que limitée dans ses effets, la kinésithérapie doit déclencher les efficacités ci-après :

- éduquer la statique en suspension postérieure pour limiter les effets antéro-tractants des psoas-iliaques
- ne pas utiliser l'activité psoïque pour corriger frontalement toute déviation lombaire
- automatiser les positions assises en cyphose et les exercices de flexion terminale du rachis lombaire afin de déclencher les effets postéro-tractants des ligaments ilio-lombaires – assis tailleur –.

- les activités de pince-ouvrante, au mode isométrique, en appui unipodal du côté de l'articulation vertébrale saine, activités comportant une légère rotation vers le côté lésé conviennent.
- l'exercice de Burger-Wagner – n° 45 – effectué tant en cyphose qu'en lordose permet, par la rotation automatique qu'il déclenche, de solliciter la vertèbre en correction
- interdire la brasse, les sauts, le cheval, le volley-ball, le port de charges lourdes est sage.
- la musculation de la sangle abdominale s'effectuera sans participation des psoas iliaques.

Le traitement des déviations scoliotiques dorsales ou dorso-lombaires de moins de 30°

Les périodes théoriques du traitement kinésithérapique

Le traitement débute par l'utilisation en mélange d'exercices de réaxation apophysaire localisant leurs effets aux vertèbres sommet et d'exercices assouplissants des tissus du quart postérieur concave.

Il s'agit en effet de remonter promptement les facettes apophysaires concaves désaxées, remontée non proportionnelle au mouvement. Ceci corrige ce qui, dans l'excès d'habitation apophysaire concave n'est encore qu'au stade fonctionnel, c'est-à-dire non fixé par la rétraction concave.

La position haute acquise est immédiatement utilisée pour étirer à la limite et ainsi assouplir les tensions musculaires et capsulo-ligamentaires du quart postérieur concave – ainsi que l'hémithorax concave –.

Voir ci-après les exercices proposés pour cette première période du traitement.

Cette première période se prolonge pendant une dizaine de séances, c'est-à-dire tant que l'on observe une nette et rapide amélioration des raideurs – d'origine pathomécanique plus que tissulaire –.

Par la suite, les exercices de réaxation apophysaire et d'assouplissement du quart postérieur concave formeront le début de la séance de kinésithérapie.

La deuxième période du traitement se caractérise par l'apparition dans le plan de travail d'exercices de remise en symétrie de la hauteur des appuis apophysaires, de récaptation apophysaire convexe centrée sur les étages sommet, de dégagement de la cunéiformité discale concave.

La totalité des facteurs de réharmonisation biomécanique de l'étage vertébral est ainsi réalisée.

Il s'agit d'éduquer les moyens pour atteindre à ces efficacités en jonglant sur l'utilisation du levier vertébral. Dans le principe, c'est la translation concave et l'inclinaison convexe du rachis pour équilibrer la hauteur des appuis, c'est la rotation concave de récaptation convexe centrée sur les étages sommet, c'est l'extension-rotation déclenchant l'activité unipodale convexe de dégagement discal et inter-apophysaire concave.

Comme nous l'avons précisé, les exercices de la première période constituent dans la deuxième période une préparation réalisée au début de la séance de kinésithérapie.

La troisième période du traitement se donne pour but d'équilibrer les tensions d'haubanage.

Un double aspect kinésithérapique existe ici puisque, qu'il s'agisse d'une suspension antérieure ou postérieure, les haubans antérieurs et postérieurs doivent frontalement être rééquilibrés sous le double aspect de leur force et de leur tension. Quant à l'équilibration frontale d'utilisation fonctionnelle, elle viendra légèrement plus tard, au stade de l'éducation de la statique du sujet.

Il s'agit donc, selon nécessité, de la musculation d'équilibration des psoas-iliaques – souvent de la musculation du psoas-iliaque concave –, de l'assouplissement des muscles concaves du plan postérieur – haubans et muscles de l'étage vertébral –, de la musculation en excentrique des haubans postérieurs concaves, de la musculation des transversaires épineux convexes – bien que l'on puisse déjà considérer cette musculation comme rigidifiante de l'étage vertébral –.

Il est bien entendu qu'au stade de la troisième période, les exercices des première et deuxième périodes sont à poursuivre en début de séance et à intégrer dans chaque exercice chaque fois que faire se peut.

La quatrième période du traitement ajoute aux effets des précédentes l'éducation de la statique générale – éducation du schéma corporel, musculation des différents segments des membres inférieurs – pieds, jambes, cuisses, bassin –.

C'est la correction «des pieds à la tête», la musculation ou la détente musculaire, le rangement des segments, etc., sans oublier la synthèse : le placement de la ligne de gravité.

Les efficacités des périodes précédentes sont poursuivies en début de séance et, pour des raisons psychologiques et de stimulations cardio-pulmonaires, en mélange au cours de la séance.

Le plan de travail

Voici, à titre d'exemple, une évolution de plan de travail pour une déviation scoliotique, dorsale ou dorso-lombaire, de moins de 30°.

Sujet non corseté.

Première période du traitement

- membres inférieurs écartés, éducation du lancer du bras concave, en souplesse d'abord, en force plus tardivement, en relâchant volontairement la retenue du bras en fin de course – laisser aller le bras ...
- éducation progressive de l'orientation du lancer du bras concave dans le plan frontal, bras au zénith, au zénith mais avec dépassement de la verticale vers la convexité, au zénith latéral concave. Le kinésithérapeute observe le dos du patient nu pour voir où se localise l'effet de retenue terminale. Il fait ainsi son choix quant à la seule orientation du bras qui devra être répétée et éduquée.

- éducation progressive de l'orientation du lancer du bras concave mais en ajoutant un déplacement dans le plan horizontal de manière à déterminer la torsion concave du rachis, de haut en bas.
L'effet doit être électif au niveau des vertèbres sommet. La coaptation apophysaire convexe de torsion concave détermine alors la prise d'appui de l'articulation vertébrale concave et la force d'inertie du bras lancé fait jouer l'étagé vertébral en pince-ouvrante unipodale convexe de dégagement concave, voire réaxation apophysaire concave.
 - idem poing fermé
 - idem en accentuant la vitesse
 - idem en chargeant la main d'une très petite haltère
 - idem dans différentes positions – quatre pattes, fente avant, coucher latéral, côté gibbosité ...
 - idem en debout, pieds joints, la force d'inertie amenant à elle seule le sujet sur la pointe des pieds
 - idem en plaçant la main convexe en gabarit dans l'aisselle ou légèrement plus bas selon le niveau sommet de la déviation dorsale ou dorso-lombaire
 - idem, en appui latéral à la bombe, à la selle de bombe, à la bombe de Lorentz
 - idem, avec légère inclinaison convexe et rotation concave centrée au sommet de courbure.
- réaxation apophysaire passive par sollicitations tangentielles souples, sollicitations ascendantes des facettes apophysaires en mobilisation analytique, le sujet étant debout, les mains jointes derrière la tête, la prise étant assurée par les coudes du kinésithérapeute serrant latéralement le thorax du sujet – fig. 83 –.
- à la bombe, station debout pieds joints, la main concave au zénith saisit la bombe/ lancer latéral du tronc vers la concavité.
- grande flexion du tronc en avant avec insistances, maintien, insistances, maintien.
- grande flexion du tronc en avant associée à l'inclinaison latérale convexe et la rotation-torsion concave du tronc. Insistance des rotations concaves par le kinésithérapeute, par le patient.
- assis, membres inférieurs tendus et écartés, bras tendus en haut / grande flexion du tronc avec rotation concave pour aller toucher la pointe du pied concave. Après un début de flexion, la rotation localise l'effet de coaptation apophysaire maximum avant de poursuivre la flexion.
- décubitus dorsal, fesses au mur, membres inférieurs tendus, bras concave tendu derrière la tête/quelques insistances d'étirement du bras vers l'arrière, légères flexions dorsales des pieds, légères sollicitations des membres inférieurs tendus vers la tête, sollicitations juste suffisantes pour mettre en étirement la chaîne de suspension postérieure, des orteils à la nuque. Maintien.
- station debout, main concave à l'épaule/ brusque extension du bras concave vers le zénith avec extension associée des doigts.
- l'exercice n° 8 – musculation du transversaire épineux en contraction excentrique.

Deuxième période du traitement

- La séance commence par la réalisation de trois ou quatre exercices de réaxation apophysaire concave et trois ou quatre exercices d'assouplissement des tissus du quart postérieur concave.



- station debout, pieds joints, éducation de la translation latérale du tronc vers la concavité.
- idem, translation et inflexion latérale convexe localisée au sommet de courbure.
- idem avec respiration à la manière de Schroth
- idem, avec détorsion concave avant les contractions d'extension et de dérotation
- le ramper de Klapp en insistant la translation concave associée à la dérotation concave.
- le tourner de Klapp inversé pour déterminer l'extension, la translation latérale concave et la détorsion concave au niveau des vertèbres sommet. Le bras convexe glisse donc par en dessous du tronc.
- idem mais en latéralisant légèrement le bras convexe sous le tronc et en le soulevant en bouffées lors d'une rotation concave du tronc.
- station debout, pieds joints : lancer le bras concave en l'orientant de manière à ouvrir, à réaxer les étages sommet et à en recoapter les appuis apophysaires convexes de haut en bas ; puis, en plaçant la main convexe en résistance à la nuque, accentuation légère de la rotation concave de la tête et de l'extension du rachis ; contractions en bouffées localisées aux vertèbres sommet.
- station debout, pieds joints : translation latérale concave du tronc, inflexion convexe et rotation concave centrées sur la zone sommet ; contractions d'extension et de rotation concaves en bouffées.
- idem en respiration Schroth mais en y ajoutant la rotation concave centrée sur le niveau sommet.
- décubitus dorsal convexe – exercice n° 5 – en additionnant : la réaxation par le lancer du bras, l'appui gibbositaire sur coussin de sable, la translation du thorax par soulèvement, la rotation concave centrée sur la zone sommet, la prise d'appui à la nuque se fait au sol, la respiration poursuit en expiration le dégagement concave, les contractions de dérotation s'effectuent en bouffées pour faire particulièrement travailler les transversaires épineux convexes.
- tronc suspendu à la verticale en bord de plint haut ; les membres inférieurs sont sangleés : le kinésithérapeute pousse le tronc en cyphose globale vers le dessous du plint – assouplissement global –, au retour le patient redresse progressivement le tronc – verrouillage ici de bas en haut – puis, le sommet de courbure atteint, réalise une rotation de haut en bas jusqu'à localisation au niveau des étages sommet ; dans cette position, une prise de main en résistance à la nuque permet de travailler l'extension-rotation concave en bouffées.

Troisième période du traitement

Des exercices assurant les efficacités des deux premières périodes s'effectuent en début de séance. On essaye d'intégrer leurs efficacités dans les premiers temps des exercices – réaxer, replacer en symétrie et recoapter les appuis apophysaires convexes avant de muscler en équilibre les haubans.

S'il s'agit d'équilibrer la puissance des psoas-iliaques, l'exercice de Péninou Salzard – n° 46 – convient.

S'il s'agit des haubans postérieurs concaves, on peut réaliser :

- station debout, pieds joints/lancer ou élévation du bras concave en haut, la main étant chargée ; autograndissement suivi de l'inclinaison convexe lente du tronc.
- idem, en assis unifessier, en assis tailleur, en coucher latéral convexe, pieds fixés, le tronc étant en partiel porte-à-faux sur le plint ...
- idem avec un appui postéro-convexe de la gibbosité contre la bomme.
- le faucheur de Klapp mais en insistant en bouffées la rotation concave du tronc dès après le lancer du bras – ne pas maintenir – musculature élective du transverse épineux concave –.
- le dos du chat de Klapp mais en réalisant l'extension et la rotation concave du tronc au cours du temps «plonger». Terminer par des rotations en bouffées.

Quatrième période du traitement

Il s'agit d'éduquer la répartition des charges sur les pieds, d'éduquer la sensation de la localisation de G, de ranger les segments corporels en tenant compte des axes de référence médio-sacré, axe sagittal médian de la base de sustentation pédestre, de ranger le tronc, la ceinture scapulaire, etc.

Le traitement des déviations scoliotiques cervicales et cervico-dorsales

Les déviations scoliotiques cervicales et cervico-dorsales sont peu fréquentes mais généralement sévères.

La triple origine possible des déviations scoliotiques se retrouve ici : le déséquilibre d'haubanage, et il s'agit alors le plus souvent d'un torticolis congénital oublié ou non opéré ; la bascule frontale d'un espace inter-somato-apophysaire – cliché p. 228 – ; la dysmorphie vertébrale.

Dans le premier cas, ce sont les haubans qui devront être soignés. La kinésithérapie seule n'est généralement pas suffisante. La chirurgie d'allongement est nécessaire.

Dans le troisième cas, la dysmorphie vertébrale entraîne le déséquilibre de la tête et par là de l'ensemble de la colonne vertébrale. Il s'ensuit que la déviation est généralement sévère. La kinésithérapie est, ici aussi, généralement insuffisante à elle seule. Les techniques de mobilisation analytique, réfléchies sous l'angle des désaxations de convergence des appuis postérieurs, techniques réalisées avec une extrême douceur, au mode modelant, sont les plus efficaces – voir kinésithérapie du rachis en rhumatologie –.

Le cas de bascule élective de l'espace charnière inter-somato-apophysaire sont de loin ceux qui donnent les meilleurs résultats kinésithérapiques.

Le plan de travail assure, dans l'ordre chronologique, les quatre grands types d'efficacité correctrices ci-après :

- **d'abord travailler intensément la réharmonisation mécanique de l'étage vertébral ;**

- assouplir les zones de tension concave ;
- équilibrer les haubans de suspension, tant antérieurs que postérieurs ;
- éduquer la statique du segment supérieur puis de l'ensemble de l'empilement rachidien.

Les exercices de valorisation physiologique cardio-pulmonaire dépendent ici de l'état morphologique du thorax. Le degré de déviation statique de la tête et ses conséquences sur les réactions psychologiques du sujet sont à observer. Il n'est pas toujours indiqué de trop insister au début sur la perturbation de la statique de la tête. Certains sujets s'en inquiètent gravement.

Le travail intensif tendant à réharmoniser le ou les étages dont l'interligne inter-somato-apophysaire est perturbé s'effectue par les exercices du type ci-après :

- réaxation apophysaire par mobilisation analytique progressive : fléchir la tête jusqu'à obtenir la mise en étirement postérieur de ou des étages dorsaux supérieurs perturbés, redresser le menton pour détendre les étages cervicaux, placer les mains jointes dans la nuque. Réaliser passivement des sollicitations tangentielles des facettes apophysaires en soulevant par petites prises sous les aisselles ou par prise thoracique – fig. 83 a b c d e f –. Les coudes du kinésithérapeute prennent alors appui à la partie supérieure du thorax. Ces techniques sont reprises à chaque séance.

Faire sentir au patient le niveau du sommet de courbure. Localiser l'étage soit par la flexion de la tête enroulant le rachis cervical de haut en bas ; soit par la flexion associée à la rotation concave réalisée quand l'étage sommet est sous tension ; soit par la flexion associée à l'inflexion convexe puis la rotation concave.

Il faut que le sujet puisse progressivement agir au niveau précis à travailler.

- l'extension-rotation concave active, en appui unipodal convexe ne peut être atteinte que lorsque le sujet est arrivé à ce degré de connaissance. Dans la négative –raisons diverses –, c'est le kinésithérapeute qui devra placer la tête et le rachis avant de déclencher l'activité de pince-ouvrante en activité unipodale convexe. Rappelons que c'est par la prise d'appui à la nuque – prise d'appui assurée par le kinésithérapeute ou le patient – et une extension-rotation contre résistance que cette activité survient. L'effet de dégagement concave, discal et inter-apophysaire, de cet exercice nous amène à le placer dans les exercices de réharmonisation de l'étage vertébral.

L'assouplissement de la zone de tension concave s'effectue par des exercices de type ci-après :

- mains jointes en appui sur le sternum ; inclinaisons lancées de la tête en flexion limite avec insistance.
- lancer du bras concave vers le zénith et la convexité en utilisant l'inertie de fin de course. La main convexe en appui latéral à l'aisselle intensifie l'efficacité de l'exercice en donnant un gabarit – idem en appui latéral à la bombe –.
- divergence terminale d'étage en étage, de haut en bas, par la grande flexion du tronc en avant, l'enroulement s'effectuant progressivement de manière à étirer chaque étage. Maintien de la position terminale et insistance répétées de la flexion lancée de la tête.

L'équilibration des haubans de suspension travaille ici les haubans courts cervico-dorsaux et les longs haubans de la statique générale par des exercices des types ci-après :

- ce peut être la musculation élective d'un sterno-cléïdo-mastoïdien ou des muscles des gouttières, concaves ou convexes.
Dans ce dernier cas, l'autograndissement venant du rachis lombaire, insisté au segment dorsal supérieur puis cervical place les appuis apophysaires. La rotation concave de la tête accentue alors les appuis convexes de haut en bas et la résistance à la nuque travaille alors électivement les muscles cervico-dorsaux convexes
- travail par contractions en bouffées -.
- l'exercice du sphynx, réalisé dans de mêmes conditions, est très correcteur. Il faut éduquer le patient à réaliser lui-même la résistance à la nuque, résistance à l'extension-rotation convexe contre l'appui de la main.
- la musculation du grand dentelé est souvent indiquée pour stabiliser l'épaule. La musculation s'effectue ici, bras au zénith, charge maximale ou appui sous un chambrane, la poussée du bras s'effectue vers le haut.

Le travail d'éducation de la statique du segment cervico-céphalique puis de l'ensemble de l'empilement rachidien ne s'effectue que lorsque le rangement de ou des étages basculés s'est amélioré et lorsque le patient connaît «sa» déviation.

Les exercices devant le miroir, les exercices avec charge en équilibre sur la tête, les exercices d'équilibre, etc., sont les moyens classiques les plus habituels.

—— Le traitement des déviations scoliotiques compensées de moins de 30°

Deux ou trois courbures peuvent exister, l'une primitive, les autres secondaires. Le déportement latéral du tronc s'effectue le plus généralement du côté de la courbure primitive, lombaire ou dorsale.

L'existence de courbures de compensation a pour effet de réduire le hors aplomb frontal de G.

Le principe du traitement kinésithérapique consiste ici à travailler séparément chaque courbure pour ce qui est de la réaxation apophysaire, l'assouplissement des étages sommet, la musculation des transversaires épineux convexes et la rééquilibration des haubans de suspension.

Le travail est au contraire global pour ce qui est l'assouplissement des chaînes musculaires et, bien entendu, l'éducation statique.

On reprendra donc dans les traitements différentiels des déviations lombaires les techniques qui concernent ce segment et dans ceux des déviations dorsales ou dorso-lombaires celles qui s'adressent à ces segments.

Le traitement des déviations scoliotiques de plus de 30°

Sous ces angulations, le port du corset devient obligatoire si on ne veut assister à une progressive aggravation des déviations.

Il semble que ce soit à ce degré de déviation que, sous l'effet de la latéralisation de G et surtout, croyons-nous, consécutivement au déverrouillage par décoaptation des articulations vertébrales convexes, le stade d'irréversibilité fonctionnelle, c'est-à-dire de la perte de l'auto-correction de l'étage vertébral par la fonction, survienne.

Sur le plan kinésithérapique, les principes biomécaniques de lutte contre les processus perturbant l'harmonie mécanique de l'étage vertébral et de l'ensemble de l'empilement restent semblables mais l'efficacité des techniques basées sur les principes vus s'amenuise.

La nécessité d'utiliser des étais pour maintenir le rachis devient obligatoire. C'est le stade du corset et la kinésithérapie devient dès lors adjuvante du traitement orthopédique.

Le traitement orthopédique se divise en quatre périodes :

- la période de préparation au plâtre
- la période du plâtre
- la période du corset
- la période d'ablation progressive du corset

La période de préparation au plâtre

Avant de réaliser le plâtre correcteur, le rachis doit être rectifié au maximum.

La correction est longitudinale, sagittale, frontale et horizontale. Elle s'effectue par traction continue de plusieurs semaines en décubitus dorsal, soit par la traction par halo, soit d'une manière active par le système élingue - poulies - têtère - type Cotrel - utilisant l'extension active des membres inférieurs du patient pour engendrer la force de traction. On remarquera que lors de l'emploi de ce système, l'utilisation éventuelle du circuit bâton - membres supérieurs doit s'effectuer les membres supérieurs partant vers le haut et non vers le bas si l'on ne veut tasser le disque et perdre l'efficacité correctrice de la pince-ouvrante vertébrale. Il suffit donc d'ajouter un circuit inversé au montage.

Le Milwaukee en allongement progressif de l'appui occipital et le plâtre d'élongation de Stagnara, à pas de vis inversés, peuvent également convenir.

En étirant la sinuosité frontale du rachis, les tractions placent les tissus péri-rachidiens du quart postérieur concave en tension. Il s'ensuit que les étages vertébraux sont sollicités en extension, donc en lordose, donc en dos creux.

Ceci justifie, croyons-nous, une intense utilisation des techniques d'assouplissement des tissus capsulo-ligamentaires et musculaires du quart postérieur concave pendant la période de préparation au plâtre. Ces techniques doivent nécessairement comporter une composante cyphosante maximale – voir techniques d'assouplissement –.

Le modelage thoracique ainsi que la valorisation fonctionnelle progressive doivent également être intensifiés pendant la période de préparation au plâtre.

Les scoliotiques étant des restrictifs, la capacité vitale comme le V.E.M. sont à travailler.

Le modelage thoracique s'effectue manuellement sur expiration lente relâchée. Les poussées réalisées sur les gibbosités, tant antérieure que postérieure, s'assurent dans le sens de la dérotation thoracique concave. La fonction ventilatoire est éduquée tant vers l'inspiration que vers l'expiration. On travaille la localisation ventilatoire, chaque zone séparément. On insiste notamment sur l'expansion postéro-inférieure de l'hémithorax concave puisque ce dernier ventile électivement sa zone apicale.

La musculation tonifie le transverse de l'abdomen et le diaphragme, soit par résistance manuelle, soit par sac de sable placé sur l'abdomen – diaphragme –, soit par Plent sans dépasser 7 cm d'eau.

Les résistances manuelles permettent une résistance submaximale en début d'inspiration et une atténuation progressive au fur et à mesure que celle-ci se déroule. Les résistances expiratoires sont à limiter afin de ne pas bloquer le cœur droit. L'expiration est donc totale sans être trop freinée.

La période du plâtre

Deux à quatre plâtres correcteurs successifs, portés pendant une période de trois à cinq mois, permettent d'atteindre à la correction maximale, c'est-à-dire celle correspondant au moins à l'image obtenue au départ lors de la suspension par la tête.

Les plâtres les plus habituellement utilisés sont : le plâtre d'Abbott dont les modifications ont conduit au plâtre d'élongation-dérotation-flexion – plâtre E.D.F. de l'Institut Calot –, le plâtre d'élongation type Stagnara, le plâtre de Risser qui, par l'inclinaison convexe du tronc, tend à reporter G vers la convexité. Ici, le soulevé de l'épaule concave, morphologiquement correcteur, invite toutefois à l'apparition d'une courbure de compensation cervico-dorsale aggravante de la situation.

Nous ne reviendrons pas sur les techniques de confection de ces plâtres. Elles sont classiquement décrites.

Nous nous permettrons toutefois quelques observations déduites des apports biomécaniques du premier chapitre.

Il y a tout d'abord la nécessité d'assurer sous plâtre une statique en suspension postérieure. Le poids du plâtre invitant à une statique économique en suspension antérieure, il faut éviter cette réaction par le départ lombaire en lordose antérieure et par l'éducation.

Il peut s'agir d'une lordose corrigée si la courbure est excessive mais les conditions d'appui bipodal postérieur doivent être assurées, non l'appui discal unique.

Il y a aussi la nécessité absolue de corriger l'angle ilio-lombaire dans le plan frontal de telle façon que la branche lombaire de l'angle s'érige verticalement dans ce plan, la branche iliaque étant ou non horizontale.

Sur le plan de la rigidification rachidienne, la détorsion de haut en bas par traction sur le bras convexe verrouille étage par étage et améliore ainsi l'efficacité de l'appui au niveau du sommet gibbositaire par la bande de détorsion.

Aspects pratiques

Dans les jours qui suivent la confection du plâtre, le nettoyage des déchets de plâtre restés coincés sera méticuleux. Important aussi le contrôle journalier de la peau au niveau des appuis. Le décubitus permet de surveiller les crêtes iliaques, le bord de la fenêtre thoracique et les aisselles. La grande flexion du tronc en avant permet de contrôler l'appui sacré.

L'alcool camphré et le mercurochrome sont à utiliser en cas de petite blessure.

La kinésithérapie est journalière pendant cette période. Elle poursuit l'éducation ventilatoire et l'éducation de la statique rachidienne en prenant en considération la localisation de G – statique globale – et le plâtre comme élément de référence pour la correction de l'empilement rachidien.

Le patient apprend à libérer sa gibbosité postérieure de l'appui du plâtre, c'est-à-dire à réaliser une détorsion concave à partir du contre-appui scapulaire antérieur ; à translater le tronc vers la concavité sans incliner le cou vers la convexité ; à allonger le rachis comme « pour se sortir de là » ; à repousser vers l'arrière la zone postéro-concave du thorax par un étirement cyphosant.

La période du corset

La prescription du corset s'effectue à l'occasion du dernier plâtre, au moment du moulage. Le choix du corset – Lyonnais, Milwaukee, ... – tient compte des efficacités souhaitées, des appuis et des contre-appuis nécessaires, des niveaux d'appui.

Le corset est porté 24 heures sur 24.

Le contrôle de la tolérance couvre trois à quatre semaines, adaptation psychologique, corporelle et contrôle des efficacités souhaitées. La gêne respiratoire doit rester légère et la capacité vitale ne peut être réduite de plus de 20%. La correction sous corset doit être celle obtenue lors de la suspension par la tête.

Le corset sera porté jusqu'à maturité osseuse. L'exécution journalière d'exercices gymniques doit donc devenir une seconde nature. Deux séances hebdomadaires de kinésithérapie, réalisées par kinésithérapeute, sont à y ajouter. Elles sont théorique-

ment réalisées avec corset mais il est indiqué d'enlever le corset pour poursuivre les exercices d'assouplissement concave et pour améliorer le rendement des séances de rééducation respiratoire.

Un programme reprenant les conseils d'hygiène corporelle, d'hygiène alimentaire, le mode de vie et les exercices gymniques quotidiens est à donner au patient. Le rythme des contrôles médicaux y est précisé.

L'hygiène corporelle

Contrôle de l'état cutané à l'occasion des bains, remplacement fréquent du maillot de coton placé entre le corset et la peau. Les petites manches protègent efficacement la peau des aisselles.

En cas de rougeur, l'alcool camphré convient, en cas de petite blessure, le mercurochrome... Trop de liberté de la ceinture pelvienne du corset autorise le glissement. Cette liberté engendre l'irritation de la peau. Ce n'est donc pas desserrer le corset qu'il faut faire mais le resserrer.

Prolonger les positions allongées constitue un moyen de limiter les temps d'irritation.

L'hygiène alimentaire

- quatre repas légers sont préférables à deux repas copieux
- les eaux gazeuses sont contre-indiquées

Le mode de vie

- il faut inciter les patients à une certaine activité physique : bicyclette, natation, patinage.
- dix heures de repos minimum sont nécessaires.
- il faut automatiser la station debout pieds joints, en suspension postérieure
- le décubitus ventral pendant les heures de classe est idéal mais il faut alors un centre spécialisé possédant son enseignement.
- l'emploi du pupitre est une obligation. Sept facteurs sont à contrôler : l'appui antérieur des bras, la planche relevée de 40°, la descente du siège et la remontée du bureau – fig. 82 a b –, l'avancée du siège, la conservation de la lordose lombaire, la suspension postérieure.
- Il faut aussi adapter le poste scolaire : la rééquilibration frontale du bassin par cale ou le siège moulé – plâtre – assurant la stabilité pelvienne et lombaire.

Les exercices gymniques quotidiens

Les exercices doivent être étudiés en tenant compte du type de déviation et du patient, ce même si certains exercices, forcément propres aux plâtres et aux corsets, se retrouvent généralement.

- décubitus dorsal, dégagement des hanches par étirement alternatif des membres inférieurs pour libérer les contacts du corset.
- autograndissement de dégagement matinal. Se sortir du plâtre ou du corset comme de sa coquille. Répétition obsessionnelle tout au cours de la journée, en position debout, en position assise, en position couchée.

- marches diverses ou exercices de danse sur la pointe des pieds. L'unipodal convexe, dorsal ou lombaire – selon que la courbure est simple ou combinée – corrige frontalement et muscle correctement.
- autograndissement vertical à la manière de Perrin ou à la manière de Böhler, avec charge progressivement assez lourde – de 2 à 8 kgr –. Activité dynamique, très peu de temps.
- exercice de translation concave du thorax, à la Schroth, en ventilant et en dégageant la concavité lors de l'expiration.
- autograndissement avec accrochage des mains à la partie supérieure du plâtre ou du corset – se sortir de là ! –.
- idem, la main convexe au corset, la main concave assurant la résistance de rotation concave et d'extension par une prise derrière la nuque. Les contractions s'effectuent en bouffées.
- assouplissement postérieur par enroulement de la partie concave du dos. Inspirer en cyphosant, apnée et localisation basse de l'air inspiré. Expirer en accentuant encore la cyphose. A répéter souvent entre les exercices d'extension.
- exercices d'esquive consistant à demander au patient à échapper aux contacts d'appui du plâtre ou du corset.
Rotation concave d'esquive de la gibbosité postérieure convexe, translation d'esquive du contact latéral convexe, esquive du contact antérieur de l'épaule concave, dégagement ascendant du cou et de la tête.
- contrôle de la qualité de la verticalisation des membres inférieurs par correction intensive de la rotation horizontale du bassin – éviter la projection antérieure d'une hanche –.
- rangement corporel à la Schroth, la ligne de gravité étant en sub-aplomb antérieur.
- musculation des abducteurs et des adducteurs des cuisses.
- sur pointes pieds, s'accroupir lentement, se redresser lentement – Böhler –.
- mains à la nuque en résistance ; flexion du tronc avant, redressement en saccades avec rotations concaves associées.
- inspiration de rangement, expiration d'hypercorrection concave mais les lèvres serrées résistent à l'expiration – musculation du transverse –.
- bras concave tendu en haut, main prenant appui sous le chambranle supérieur d'une porte ; pousser vers le haut en translatant et en dégageant l'hémithorax concave – musculation du grand dentelé concave –.
- décubitus dorsal, redresser le tronc en rotation concave – musculation avec synergie croisée du grand oblique convexe et du petit oblique concave –.
- détordre vers la concavité le sommet de la déviation dorsale et placer un maximum de feutres à la gibbosité. Réaliser alors des activités unipodales convexes d'extension avec résistance à la nuque par la main, ou par appui au sol, ou par résistance de charges.

--- La période d'ablation progressive du corset

Elle ne survient que lorsque la maturité osseuse est atteinte. L'anticipation est dangereuse. C'est donc le stade de l'ossification totale de la crête iliaque.

L'ablation s'effectue progressivement. Elle s'écoule sur une période de trois à quatre mois. La kinésithérapie est non seulement poursuivie mais intensifiée car il est habituel que le sujet présente des rachialgies, des myalgies.

Le contrôle des effets de l'ablation s'effectue par une radiographie prise après une heure, deux heures, trois heures de vie normale sans corset. L'angulation s'accroît-elle ou pas ?

Au début, on enlève le corset pendant la nuit, la séance de rééducation puis, progressivement une heure supplémentaire par jour.

La musculation prend alors une grande importance au cours du traitement.

La kinésithérapie aux stades pré- et post-opératoires

On est loin de pouvoir ici réfléchir aux problèmes au rythme d'une pensée d'analyse bio et pathomécanique puisque la fusion vertébrale ayant rigidifié les zones déviées, une contre-indication existe d'emblée, celle consistant à solliciter les étages enraidis.

Une kinésithérapie assouplissante convient toutefois avant l'intervention. Nous savons qu'elle s'adresse particulièrement à l'hémithorax concave d'une part et aux tissus du quart postérieur concave d'autre part. On se référera aux exercices d'assouplissement décrits. L'insuffisance respiratoire sera également combattue.

Après l'intervention, le patient reste habituellement trois à quatre semaines en décubitus. La kinésithérapie respiratoire prend à ce moment toute sa valeur. Le nursing des appuis n'est non plus à négliger.

Dès le lever, une kinésithérapie d'éducation statique est progressivement reprise et la kinésithérapie ventilatoire poursuivie.

Elle évite les activités brusques, la torsion vertébrale. Elle éduque la statique en suspension postérieure bien que le patient soit, généralement pour un an encore, sous corset plâtré.

La liberté des épaules est parfois à surveiller ou à récupérer. La capacité vitale est à améliorer.

Ce n'est que plus tard, après l'ablation du corset que la statique générale du patient devra être revue, c'est-à-dire l'ampleur du hors aplomb antérieur et du hors aplomb frontal de G. Même à ce stade, l'équilibre frontal du bassin reste important ou, plus exactement, la qualité du départ ascendant du rachis.

Si des rachialgies surviennent tardivement, une kinésithérapie analytique modelante peut, par son extrême douceur, résoudre certains facteurs patho-mécaniques situés au niveau des zones charnières.

La musculation des membres inférieurs et des stabilisateurs frontaux du bassin reste adéquate.

Bibliographie

- BASMAJIAN J.V.**, 1967, «Muscles alive», Baltimore, The Williams and Wilkins Company.
- BLOUNT W.P.**, «Scoliosis and the Milwaukee brace». Bull. Hosp. Jt Dis. (N.Y.), 1958, 19, 152.
- BLOUNT W.P.** «The treatment of scoliosis». 6e Congrès international de Chirurgie orthopédique, 1954. Impr. Sciences, Bruxelles, pp. 223-226.
- BLOUNT W.P.** «Congenital scoliosis». Congrès international SICOT, New York, 1960. Impr. Sciences, Bruxelles, pp. 748-762.
- BLOUNT W.P.** «The Milwaukee brace in the non operative treatment of scoliosis». IXe Congrès SICOT, Vienne, 1963. Bruxelles. Impr. Sciences, 1964, pp. 550-554.
- BLOUNT W.P.** «The Milwaukee brace in the treatment of the young child with scoliosis». Arch. orthop. Unfall-Chir., 1964, 56, 363-369.
- BLOUNT W.P.** Communication personnelle.
- BLOUNT W.P.** et **CLARCKE G.R.** «Control of bone growth by epiphiseal stapling». J. Bone Jt Surg., 1949, 31 A, 464-478.
- BLOUNT W.P.**, **SCHMIDT** et **BIDWELL R.G.**, «Making the Milwaukee brace», J. Bone Jt Surg., 1958, 40 A, 526-528.
- BOUILLET R.**, «La scoliose idiopathique». Rapport 1967. Acta medica belgica, Bruxelles.
- BRUSSATIS F.**, «Elektromyographische Untersuchungen der Rücken und Bauch Muskulatur bei idiopathischen Skoliosen. Die Wirbelsäule in Farschung und Praxis», Stuttgart, 1962, Bd 24.
- BURGER WAGNER**, «Quadrupédie et traitement des scolioses», Masson et Cie, 120 Bd Saint-Germain, Paris, 1956.
- CHARRIERE L.**, «La Kinésithérapie dans le Traitement des algies vertébrales», Ed. Masson, Paris, 1965.
- COTREL Y.** «Traitement des scolioses essentielles». Revue Orth., 1957, 43, 331-337.
- COTREL Y.** «Indications thérapeutiques actuelles dans la scoliose essentielle». Congrès national de Kinésithérapie, Paris, avril 1958.
- COTREL Y.**, **MOREL G.** et **REY J.C.**, «La scoliose idiopathique». Acta orthop. belg., 1965, 31, 795-810.
- COTREL Y.** «Conservative management». Symposium on scoliosis, London, 1965. Edit. Vincent House, London.
- COTREL Y.** «Résultats en fin de croissance du traitement des scolioses idiopathiques». Congrès SICOT, Paris, 1966.
- COTREL Y.** «Corrections-arthrodèse des scolioses graves par élongation peropératoire et greffon cortical encastré. XLe Réunion Soc. franç. Orthop., Paris, novembre 1965.
- COTREL Y.** «La scoliose idiopathique. Indications thérapeutiques actuelles». Ouest méd., 1966, 25, 169-177
- COTREL Y.** Communication personnelle.
- COTREL Y.**, **MOREL G.** «La technique de l'EDF dans la correction des scolioses». Rev. Chir. orthop., 1964, 50, 59-75.
- CRAHAY D.**, Mémoire 1972. Ecole provinciale supérieure de Kinésithérapie de Liège.
- DELMAS**, «Attitude érigée et types rachidiens de statique corporelle». Journée médic. de la FFEP, 1951.
- FLOYD W.F.** et **SILVER P.H.S.**, «The function of the erectores spinae muscles in certain movements and postures in man», J. Physiol. 1955 - 129 - 184 - 203.
- GANS M.** Notes de conférences.
- GRUCA A.** «L'aloplastie des muscles et myoplastie dans la scoliose idiopathique». Ann. Chir. Gynaec. Fenn., 46, 2, 143-149.
- GRUCA A.** «L'aloplastica dei muscoli e mioplastica nella scoliosi idiopathica». Estratto dagli Atti del XLI Congresso della Società Italiana di Orthopedia e Traumatologia». Bologna, octobre 1956.
- GRUCA A.** «L'aloplastie des muscles et myoplastie dans la scoliose idiopathique». Rev. Orthop., 1956, 42, 916-920.
- GRUCA A.** «The pathogenesis and treatment of idiopathic scoliosis. A preliminary report». J. Bone Jt Surg., 1958, 40 A, 570-584.
- GRUCA A.** «Badania Elektromiograficzne w Skoliosach». Chir. Narzad. Ruchu, 1960, 25, 6.
- GRUCA A.** «Badania Elektromiograficzne w Skoliosach leczonych Zachowawczo i operacyjnie». Chir. Narzad. Ruchu, 1961, 26, 27.
- GRUCA A.** «Les résultats à trois ans de distance et la technique de l'aloplastie des muscles dans la scoliose». Rev. Chir. orthop., 1962, 48, 285.
- GRUCA A.** «Surgical treatment of dystonic scoliosis operativi liceny dystonicke skoliosy». Acta Chir. orthop. Traum. Cech., 1962, 29, 41-8423.
- GRUCA A.** «Unsere erfahrungen mit der Muskelaloplastik bei Scoliosen». 50e Congrès, München, 19-22 septembre 1962.

- GRUCA A.** «L'état actuel de nos études de la pathogenèse et du traitement de la scoliose idiopathique». *Acta med. pol.*, 1963, 4, 159-177.
- GRUCA A.** «Operative treatment of idiopathic scoliosis in children. IXe Congrès SICOT, Vienne, 1963, pp. 544-549.
- GRUCA A.** «La tactique et la technique du traitement de la scoliose idiopathique». *Scritti Med. in Onore di Pasc. del Torto, Pipola-Napoli*, 1965, pp. 58-70.
- GRUCA A.** «Les résultats du traitement de la scoliose idiopathique en fin de croissance».
- KLAPP**, «Méthode quadrupédique». Traduit de l'allemand par Mathias Gans. Ed. Nauwelaerts, Leuven, 1960
- LOVETT R.W.** rappelé par O'Connell A.L. et Gardner E.B. 1972. «Understanding the scientific bases of human movement». Baltimore : The Williams and Wilkins Cie.
- MEZIERES.** «Le réflexe antalgique a priori», AMIK, Les Saulzaies, 85 l'île d'Elbe. «Méthode Mézières et Fonction du Sympathique». «Les pieds plats». «Retour à l'harmonie morphologique par une rééducation spécialisée», Minutes des Journées Mézières 1973. «Cours Mézières».
- MICHEL L.** «Technique de redressement passif des scolioses par corsets plâtrés articulés (en particulier dans le redressement préopératoire). *Rev. Orthop.*, 1934, 21, 60-65.
- MICHEL L.** «Technique de redressement actif et de redressement passif des scolioses par les corsets plâtrés». *Rev. Orthop.*, 1937, 24, 649-652.
- MICHEL L.** «Technique des corsets plâtrés articulés pour le redressement préopératoire des scolioses fixées». *Acta orthop. belg.*, 1951, 169.
- MICHEL C.R.** «L'opération de Harrington, nouvelle méthode de traitement chirurgical des scolioses». *Pédiatrie* 1965, 20, 559-566.
- MICHEL C.R.** et **BES J.** «L'opération de Harrington dans le traitement chirurgical des scolioses». *Rev. Chir. orthop.*, 1965, 51, 491-503.
- MORRIS J.-M., GORDON BENNER** et **D.B. LUCAS**, *J. Anat. Lond.* 1962, 96, 4, pp. 509-520. With 9 text figures. Printed in Great-Britain.
- PENINOU G. - SALZARD J.-C.**, «Rééducation de la colonne lombaire». Extrait de la revue «Kinésithérapie Scientifique» de Janvier 1974.
- PERRIN R.** «Rééducation vertébrale. Principes techniques». Lib. Le François, Paris.
- PONSETI** et **FRIEDMAN**. «Changes in the scoliotic spine after fusion». *J. Bone, Jt Surg.* 1950, 32 A, 381-395
- SAITO A.** «A study on correlation between electromyographical and morphological findings on back muscles in scoliosis especially the changes in the intramuscular nerve endings». *J. Chiba, Med. Soc.*, 1964, 40, n° 3.
- SCHROTH.** Cours Schroth de M. Vienne René à l'Institut Provincial de Kinésithérapie du Hainaut, Montignies-sur-Sambre.
- SCHULTHESS W.** «Über eine häufige Form der rachitischen Skoliose». *Z. orthop., Chir.* 1906-16.
- SOHIER R.** «La Kinésithérapie Analytique de la Colonne Vertébrale». Editions Kiné - Sciences. Centre Hospitalier de Tivoli. La Louvière. Belgique.
- STAGNARA P.** «Traitement de la scoliose». *Lyon chir.*, 1952, 925.
- STAGNARA P.** «Place du traitement orthopédique pour les scolioses évolutives». 6e Congrès international de Chirurgie orthopédique, 1954.
- STAGNARA P.** «Orthopaedic treatment of scoliosis during development. Possibilities and limitations». *Acta Chir. orthop. Traum. Cech.*, 1962, 29, 298-303.
- STAGNARA P.** «Scolioses». *Encyclopédie méd.-chir. App. locomot.*, 1963.
- STAGNARA P.** «Aufgerichtete und Arthrodesierte Struktur-Skoliosen». *Z. Orthop.*, 1964, 98, 235-251.
- STAGNARA P. et al.** «Scolioses structurales. Résultats terminaux des traitements orthopédiques pendant la période de croissance». *Rev. Chir. orthop.*, 1965, 51, 33-52.
- STAGNARA P.** «Scolioses essentielles». *Rev. Réadapt.*, 1966, n° 135.
- STAGNARA P.** Communication personnelle.
- STAGNARA P.** et **DESBROSSES J.** Résultats à maturité osseuse des traitements des scolioses essentielles. Durée d'observation de 3 à 16 ans. Congrès SICOT, Paris, 1966.
- STAGNARA P.** et **PERDRIOLLE.** «Elongation vertébrale continue par plâtre à tendeurs. Possibilités thérapeutiques». *Rev. Orthop.*, 1958, 44, 57-74.
- STAGNARA P.** et **DESBROSSES J.** «Scolioses essentielles pendant l'enfance et l'adolescence. Résultats des traitements orthopédiques et chirurgicaux». *Rev. Chir. orthop.*, 1960, 46, 562-575.
- STAGNARA P.** et **QUENEAU P.**, «Scolioses évolutives en période de croissance. Aspects cliniques et radiologiques. Propositions thérapeutiques». *Rapport. Rev. Orthop.* 1958 - 39, 378449.
- TOULON R.** «Evaluation de la posture debout» - *Educ. physique et Sport* - n° 32, 1956 et n° 35, 1957. «Equilibration humaine et évaluation de la posture debout», 1956.
- von NIEDERHÖFFER** «Le traitement des scolioses et discopathies» d'après le Dr. von Niederhöffer par Erma Becker. Presses Académiques Européennes, 1959.
- VERCAUTEREN M.**, «Approche étiopathogénique de la scoliose idiopathique». *Acta Orthopaedica Belgica*, Tome 38, fasc. 4, 1972.
- VINCENT A.** «La scoliose idiopathique». *Rapport 1967. Acta med. belg.*, Bruxelles.

